

WYŻSZA SZKOŁA PEDAGOGICZNA
IM. KOMISJI EDUKACJI NARODOWEJ W KRAKOWIE

PRACE MONOGRAFICZNE

Nr 169

JANUSZ MORBITZER

**Mikrokomputery w kształceniu studentów
kierunków humanistycznych**

Kraków 1993
WYDAWNICTWO NAUKOWE WSP

ISSN 0239-6025
ISBN 83-85898-12-3

IANUSZ MORBITZER

Mikrokomputery w kształceniu studentów
kierunków humanistycznych

Kraków 1983
WYDAWNICTWO NAUKOWE WSP

ISBN 83-6888-15-8
1221 0538-6852

**Prace Monograficzne
Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie**

Nr 169

**Etudes Monographiques
de l'Ecole Normale Supérieure
à Cracovie**

Recenzenci

Prof. dr hab. KAZIMIERZ DENEK
Prof. dr hab. inż. ANDRZEJ SZEWCIYK

JANUSZ MORBITZER

Mikrokomputery w kształceniu studentów kierunków humanistycznych

Adam Ralski
(opracowanie redakcyjne)
Barbara Kiedrzyńska-Szafrańska
(opracowanie techniczne)
Pamięć i wyobraźnia
Ojca
- autor

Kraków 1993
WYDAWNICTWO NAUKOWE WSP

WYDAWNICTWO NAUKOWE WSP, KRAKÓW, UL. FABRYCZNA 41
Mokli. 200 egz. Ark. wyd. 25. Zam. 38-93

Recenzenci

Prof. dr hab. KAZIMIERZ DENEK

Prof. dr hab. inż. ANDRZEJ SZEWCZYK

Adam Ruta
(opracowanie redakcyjne)

Barbara Kledrzycka-Szatko
(opracowanie techniczne)

Bogusław Sorbian
(korektor)

WYDAWNICTWO NAUKOWE WSP. KRAKÓW, UL. KARMELICKA 41
Nekt. 200 egz. Ark. wyd. 5,5. Zam.26 -93.

Spis treści

WSTĘP	9
I. PROCES ALFABETYZACJI KOMPJUTEROWEJ	
1. Istota procesu alfabetyzacji komputerowej	12
2. Społeczeństwo informacyjne	16
3. System komputerowy	23
4. Podstawowe kierunki zastosowań mikrokomputerów	26
II. KOMPUTERY W PROCESIE EDUKACYJNYM	
1. Mikrokomputer jako techniczny środek kształcenia	30
2. Dwie drogi komputeryzacji edukacji	39
Klasyfikacja edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów	42
4. Kontrowersje wokół komputeryzacji edukacji	46
III. OPROGRAMOWANIE EDUKACYJNE	
1. Pojęcie komputerowego programu dydaktycznego	49
2. Metodologia projektowania i realizacji komputerowych programów dydaktycznych	51
3. Kryteria oceny komputerowych programów dydaktycznych	56
4. Uwagi praktyczne	60
IV. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ MIKROKOMPUTERÓW W PROCESIE DYDAKTYCZNYM	
1. Scenariusz wybranego programu dydaktycznego	65
2. Symulacja komputerowa	67
3. Adaptacyjna kontrola wiedzy	72

Pamięci mojego Ojca
- autor

Spis treści

WSTĘP.....	9
I. PROCES ALFABETYZACJI KOMPUTEROWEJ	
1. Istota procesu alfabetyzacji komputerowej	13
2. Społeczeństwo informacyjne	16
3. System komputerowy	23
4. Podstawowe kierunki zastosowań mikrokomputerów	26
II. KOMPUTERY W PROCESIE EDUKACYJNYM	
1. Mikrokomputer jako techniczny środek kształcenia	30
2. Dwie drogi komputeryzacji edukacji	39
3. Klasyfikacja edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów	42
4. Kontrowersje wokół komputeryzacji edukacji	46
III. OPROGRAMOWANIE EDUKACYJNE	
1. Pojęcie komputerowego programu dydaktycznego	49
2. Metodyka projektowania i realizacji komputerowych programów dydaktycznych	51
3. Kryteria oceny komputerowych programów dydaktycznych	56
4. Uwagi praktyczne	60
IV. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ MIKROKOMPUTERÓW W PROCESIE DYDAKTYCZNYM	
1. Scenariusz wybranego programu dydaktycznego	65
2. Symulacja komputerowa	67
3. Adaptacyjna kontrola wiedzy	72

V. ELEMENTY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

1. Podstawowe pojęcia i przedmiot badań sztucznej inteligencji	79
2. Systemy doradcze	87
3. Perspektywy zastosowań sztucznej inteligencji w dydaktyce	94

ZAKOŃCZENIE	96
-------------------	----

SUMMARY	100
---------------	-----

SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ WRAZ Z OBJAŚNIENIAMI ..	102
----------------------------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	106
--------------------	-----

1. Pojęcie komputerowego programu dydaktycznego	49
2. Metodyka projektowania i realizacji komputerowych programów dydaktycznych	21
3. Kryteria oceny komputerowych programów dydaktycznych	26
4. Uwagi praktyczne	60

1. Scenariusz wybranego programu dydaktycznego	62
2. Symulacja komputerowa	67
3. Aplikacyjny kontrola wiedzy	72

Wstęp

Pod koniec lat siedemdziesiątych na amerykańskim rynku pojawił się pierwszy mikrokomputer. Za niewygórowaną cenę w domowym zaciszu, na własnym biurku, można było zainstalować niewielkie, energooszczędne urządzenie o możliwościach obliczeniowych porównywalnych z dużymi komputerami, kojarzącymi się dotychczas ze sterylnie czystymi pomieszczeniami i personelem w białych ubraniach ochronnych. Człowiekowi zaofiarowano nowe narzędzie pracy, a jak się szybko okazało – również i nauki, twórczości, a nawet rozrywki.

Współczesne mikrokomputery posiadają dużą pamięć wewnętrzną i zewnętrzną, dobrą grafikę, możliwość pracy dialogowej, potrafią bardzo szybko wykonywać obliczenia i działają według opracowanych przez człowieka algorytmów. W oparciu o te cechy wiązano z nimi olbrzymie nadzieje na zrewolucjonizowanie dydaktyki. Mimo że tak się nie stało, trudno obecnie byłoby sobie wyobrazić proces dydaktyczny bez udziału mikrokomputerów. Śmiało można przewidywać tendencje odwrotne, tzn. stałe zwiększanie nasycenia szkół sprzętem komputerowym. Jest rzeczą niesłychanie ważną, by towarzyszył temu rozwijający się rynek oprogramowania, a przede wszystkim refleksje teoretyczne poszukujące optymalnych dróg integracji komputerów z całym procesem dydaktycznym.

Monografia ta poświęcona jest zastosowaniom mikrokomputerów w procesie kształcenia studentów kierunków humanistycznych, głównie nauczycielskich. Wszystkie zagadnienia związane z tą tematyką przedstawiono w pięciu rozdziałach.

W rozdziale pierwszym scharakteryzowano proces alfabetyzacji komputerowej, stanowiący z jednej strony formę zaspokojenia głodu podstawowej wiedzy o komputerach i ich wykorzystaniu w rozmaitych dziedzinach, z drugiej zaś przygotowujący człowieka do życia w tzw. społeczeństwie informacyjnym. W związku z takim ujęciem tematu w tym samym rozdziale naszkicowano szerokie tło społeczne i uwarunkowania techniczne związane z przekształcaniem obecnego społeczeństwa industrialnego w społeczeństwo informacyjne.

Rozdział drugi poświęcony został zagadnieniom zastosowania komputerów w procesie edukacyjnym. W oparciu o cybernetyczne ujęcie procesu kształcenia omówiono rolę mikrokomputerów w tym procesie. Dużo uwagi poświęcono tzw. nauczaniu wspomaganemu komputerowo. Ukazano także dwie drogi realizowania komputeryzacji edukacji, wynikające z przedmiotowego lub podmiotowego traktowania mikrokomputera.

Jak już wspomniano, komputer w pewnej mierze nie sprostał pokładanym w nim nadziejom na zrewolucjonizowanie dydaktyki. W rozdziale drugim podjęto próbę udzielenia odpowiedzi na pytanie, dlaczego tak się właśnie stało. Tam też przedstawiono spór między zwolennikami i przeciwnikami skomputeryzowanej edukacji, przytaczając argumenty obydwu stron.

O efektywności wykorzystania mikrokomputera w procesie edukacyjnym decydują przede wszystkim programy, jakimi dysponuje nauczyciel. Stąd też w rozdziale trzecim przedstawiono metodykę projektowania i realizacji komputerowych programów dydaktycznych. Tam także omówiono kryteria oceny takich programów. Ich znajomość jest dla każdego nauczyciela zainteresowanego stosowaniem komputerów w procesie dydaktycznym

szczególnie istotna, gdyż musi on posiadać umiejętność właściwego doboru oprogramowania.

Rozdział czwarty zawiera kilka przykładów edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów, zarówno w procesie nauczania, jak i w procesie kontroli wiadomości. Nie są to gotowe programy, lecz tylko pewne idee inspirujące do samodzielnych poszukiwań. Wybrane przykłady dotyczą opisu scenariusza programu przeznaczonego do kształtowania umiejętności poczucia czasu i oceny odległości, symulacji komputerowej oraz adaptacyjnego systemu kontroli wiedzy.

Pisząc o komputerach w edukacji nie sposób pominąć tendencji najnowszych i zrezygnować ze spojrzenia w przyszłość. Tu sytuacja jest dosyć klarowna: przyszłości zastosowań komputerów i całej informatyki należy upatrywać w sztucznej inteligencji, tj. próbie naśladowania ludzkiego intelektu.

Rozdział piąty poświęcono w całości zagadnieniom sztucznej inteligencji, a w szczególności tzw. systemom doradczym. Stanowią one – jak dotychczas – największe praktyczne osiągnięcie sztucznej inteligencji.

Pracę kończy słownik zawierający terminologię użytą i zazwyczaj objaśnioną już w tekście. Zgromadzenie w jednym miejscu wszystkich trudniejszych lub – lepiej – nowych dla wielu Czytelników pojęć, ułatwi lekturę książki, a ponadto może być użyteczne w zrozumieniu innych prac.

Niniejsza monografia przeznaczona jest dla osób zainteresowanych edukacyjnymi zastosowaniami mikrokomputerów. Są to przede wszystkim nauczyciele szkół wszystkich szczebli oraz studenci kierunków humanistycznych, głównie o profilu nauczycielskim.

Prace na ten temat są obecnie bardzo rozproszone w postaci artykułów opublikowanych w rozmaitych czasopismach. Sądzę, że zebranie kompendium wiedzy z zakresu edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów stano-

wić będzie dla zainteresowanych Czytelników znaczne ułatwienie w dotarciu do wielu, nieraz trudno dostępnych materiałów.

Pragnę zaznaczyć, że w monografii świadomie pominięto problem nauczania, przedmiotu "Elementy informatyki". Uważam bowiem, że dla studenta-humanisty komputer powinien być przede wszystkim narzędziem, przy pomocy którego łatwiej poznaje on otaczający świat i panuje nad coraz groźniejszym zalewem informacyjnym. Dla tej grupy studentów przedmiotowe traktowanie komputera, tj. nauczanie budowy, zasad działania lub – co gorsza – języków programowania, jest nie tylko zbędne, ale nawet dydaktycznie szkodliwe

I. PROCES ALFABETYZACJI KOMPUTEROWEJ

1. ISTOTA PROCESU ALFABETYZACJI KOMPUTEROWEJ

Wyprodukowanie pierwszego mikrokomputera APPLE w roku 1976 zapoczątkowało nowy okres rozwoju informatyki. Udostępnienie człowiekowi nowego narzędzia – małego, taniego, prostego w obsłudze komputera o możliwościach porównywalnych z dużymi maszynami cyfrowymi – spowodowało bardzo szybki wzrost zainteresowania tymi urządzeniami. Bogata oferta programowa, dzięki której mikrokomputer znacznie ułatwiał pracę sekretarce, architektowi, dziennikarzowi, naukowcowi, lekarzowi, menedżerowi, plastykowi, muzykowi czy uczniowi skłaniała wiele osób do zakupu mikrokomputera.

U wielu osób nastąpiło rozbudzenie świadomości zalet i przydatności mikrokomputera (ang.: computer awareness) oraz związanego z nią uznania dla tego urządzenia (ang.: computer appreciation).

Naturalną rzeczą stał się więc głód wiedzy w zakresie obsługi i wykorzystania mikrokomputerów, który szybko przerodził się w pęd do powszechnej edukacji w tej dziedzinie¹

¹ *Wstęp do informatyki*. Pod red. E. Niedzielskiej. Warszawa 1989, PWE, s. 25.

Rozwiązaniem nowo powstałego problemu jest proces alfabetyzacji komputerowej (ang.: computer literacy), w ramach którego społeczeństwo przekazuje się wiedzę niezbędną do biernego wykorzystania mikrokomputerów, tzn. do ich obsługi i korzystania z gotowego, profesjonalnego oprogramowania, nie zaś do samodzielnego projektowania i przygotowania programów.

Ogarniająca coraz szersze kręgi ludzi chęć zdobycia wspomnianych wyżej umiejętności podsycana jest na różne sposoby, głównie przez producentów sprzętu komputerowego². Z jednej strony przeznaczają oni znaczne sumy na reklamę i organizowanie rozmaitych kursów, szkoleń itp., z drugiej lansują tezę o równoznaczności analfabetyzmu komputerowego z analfabetyzmem funkcjonalnym, tj. brakiem umiejętności czytania i pisania. Alfabetyzacja komputerowa staje się w ten sposób specyficznym towarem, na który wytwarzany jest sztuczny popyt, poprzez wywoływanie frustracji, iż nie jest się komputerowo biegłym. Wreszcie w popularyzowaniu procesu alfabetyzacji komputerowej zainteresowani są politycy oraz elity rządzące, które traktują ten proces jako formę dostosowywania społeczeństwa do optymalnego modelu ekonomiki narodowej. Chodzi tutaj o lansowanie poglądów o konieczności brania udziału w postępie cywilizacyjnym, związanym z budową tzw. społeczeństwa informacyjnego. Ze względu na swoją ważność zagadnienie to przedstawimy szerzej w następnym podrozdziale.

W celu zwiększenia sprzedaży mikrokomputerów producenci nie ograniczają się tylko do oddziaływania na sferę emocjonalną i psychologiczną potencjalnych użytkowników.

Produkowane współcześnie mikrokomputery, oprócz wysokiej niezawodności i jakości wykonania, są bardzo dobrze dopasowane do potrzeb,

² Z. Melosik: *Komputery w edukacji: eksperyment czy przeznaczenie?* "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1989, nr 2, s. 169 – 179.

oczekiwań oraz psychofizycznych możliwości człowieka. Tendencja ta, wynikająca głównie z przesłanek marketingowych, nosi nazwę procesu humanizacji komputerów.

W profesjonalnych programach szczególną uwagę zwraca się na łatwość komunikacji użytkownika z komputerem. Dialog ten powinien być prowadzony w języku zbliżonym do naturalnego. Z takich programów mogą korzystać osoby bez przygotowania informatycznego. Nastąpiła więc zmiana statusu komputera, który z urządzenia służącego wąskiej grupie specjalistów stał się obecnie narzędziem codziennej pracy szerokich rzesz nieinformatyków.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że na obecnym poziomie rozwoju nauki i techniki prowadzenie dialogu z komputerem w języku naturalnym mówionym nie jest, niestety, możliwe. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest dialog niesymetryczny: użytkownik jednym naciśnięciem klawisza reaguje na bardziej rozbudowane sekwencje wyświetlanych na ekranie monitora "wypowiedzi" komputera.

Dobre oprogramowanie w dużej mierze uwalnia użytkownika od konieczności sprawdzania poprawności podawanych danych. Np. przy wprowadzaniu daty program powinien odrzucić 40-13-91 jako datę błędną. Podobnie dobrze skonstruowany program uzna ciąg J23 za niepoprawną postać nazwiska.

Nawet najlepszy jednak program nie wykryje błędu, jeśli dane mieszczą się w dopuszczalnych granicach i mają prawidłową postać. Np. dla komputera obie daty: 12-05-91 i 12-06-91 są poprawne, choć być może tylko jedna z nich jest datą zajścia pewnego konkretnego zdarzenia.

Obwiniane często o zawyżanie rachunków za prąd, gaz lub telefon komputery są zazwyczaj niewinne. Najczęściej winę ponosi człowiek, który bądź źle odczytał stan licznika, bądź też wprowadził do pamięci komputera błędne dane.

Oprogramowanie wyposażone w wygodny dialog i inne mechanizmy ułatwiające komunikację z komputerem nazywa się oprogramowaniem przyjaznym (ang.: user-friendly software), a odporne na błędy użytkownika systemy komputerowe noszą nazwę systemów fool-proof.

Upowszechnienie mikrokomputerów spowodowało również reperkusje kulturowe. Do naszego codziennego języka przeniknął cały szereg nowo utworzonych pojęć bazowych³. Edytory tekstowe, bazy danych, elektroniczne arkusze obliczeniowe i elektroniczne teksty, plotery, myszy graficzne, cyfrowa obróbka obrazu, ikony, środowisko graficzne itd. to pojęcia, których znajomość stała się niezbędna do poprawnego porozumiewania się.

2. SPOŁECZEŃSTWO INFORMACYJNE

Pojawienie się mikrokomputera umożliwiającego gromadzenie, przetwarzanie i szybki dostęp do bardzo dużej ilości informacji doprowadziło do głębokich przemian w życiu społecznym. Rozpoczął się okres schyłkowy ery industrialnej, wypieranej stopniowo przez rodzącą się erę społeczeństwa informacyjnego.

Jak pisze Alvin Toffler w swojej znakomitej książce pt. "Trzecia fala", ludzkość przeżyła dotychczas dwie wielkie fale przemian⁴.

Pierwsza fala to epoka agrarna, drugą stanowi cywilizacja industrialna, czyli przemysłowa. Nadchodząca trzecia fala to okres budowania społeczeństwa informacyjnego, tj. takiego, w którym informacja traktowana jako spe-

³ G.L. Baron: *Komputery w edukacji. Informacja ekspresowa nr 84*. Warszawa 1990, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, s. 7.

⁴ A. Toffler: *Trzecia fala*. Warszawa 1986, PIW, s. 34.

cyficzne dobro niematerialne staje się ważniejsza od dóbr materialnych⁵. Informacja staje się więc towarem, na którym można zarobić.

Zgodnie z koncepcją kanadyjskiego socjologa Mc Luhana świat w epoce trzeciej fali stanie się "globalną wioską elektroniczną". Oznacza to, że dzięki szeroko rozwiniętej sieci telekomunikacyjnej obejmującej telefony, telefaksy, telexy, sieci komputerowe, telewizję kablową i satelitarną, każdy punkt na kuli ziemskiej będzie łatwo i szybko dostępny z dowolnego innego miejsca⁶. Podstawowego znaczenia nabiorą szeroko rozumiane usługi informacyjne i telekomunikacyjne oraz praca umysłowa związana z przetwarzaniem informacji.

Koncepcja świata jako globalnej wioski elektronicznej nie jest utopijna. Już dziś w wysoko rozwiniętych państwach całego świata nie sposób wyobrazić sobie życia bez dobrze rozbudowanej sieci telekomunikacyjnej. Coraz większą popularność zdobywa tzw. poczta elektroniczna polegająca na przekazywaniu informacji od nadawcy do odbiorcy za pośrednictwem klawiatury domowego mikrokomputera, modemu oraz sieci telefonicznej. Tradycyjna koperta, znaczek i listonosz stają się tu zbędne, a adresat może uzyskać informację natychmiast po jej wysłaniu.

We Francji olbrzymią popularnością cieszą się tzw. Minitele. Są to małe i tanie terminale przyłączane do sieci telefonicznej, pozwalające za pośrednictwem ekranu i klawiatury komunikować się ze światem. Znajdują one zastosowanie nie tylko jako urządzenia do wysyłania "elektronicznych listów". Służą do świadczenia usług bankowych, prowadzenia działalności handlowej i reklamowej, umożliwiają dostęp do dużych, profesjonalnych baz danych. Przykładowo ceny paliw z uwzględnieniem wszystkich czynników mających wpływ na popyt w danej okolicy wyliczane są na podstawie danych

⁵ *Wstęp do informatyki...*, s. 11.

⁶ A. Toffler: op. cit., s. 240 – 24

przekazanych przez Minitel do centrali przez poszczególne punkty sprzedaży detalicznej, a następnie – również poprzez Minitel – rozsyłane do tych punktów.

W społeczeństwie informacyjnym telekomunikacja częściowo zastąpi tradycyjny transport. Obok poczty elektronicznej już dziś organizowane są tzw. telewideokonferencje. Uczestniczące w nich osoby słyszą się wzajemnie i widzą, mimo że fizycznie znajdują się w różnych miejscach na kuli ziemskiej. Dzięki telekomunikacji zbędne jest więc wtedy kosztowne przewożenie osób, ich zakwaterowanie itd.

Charakterystyczną cechą cywilizacji trzeciej fali jest również odmasowienie środków przekazu oraz ich zmiana z jednokierunkowych na dwukierunkowe⁷. W społeczeństwach epoki industrialnej środki przekazu, takie jak: radio, telewizja, prasa, tłoczyły informacje od centralnego nadawcy do szerokiej rzeszy odbiorców. Były to informacje jednakowe dla wszystkich, a odbiorca nie miał zwykle wpływu na ich treść i formę.

W miarę postępujących przemian cywilizacji industrialnej w cywilizację informacyjną następuje rozwój małych, prywatnych rozgłośni radiowych, stacji telewizyjnych, a także prasy lokalnej, które w dużej mierze uwzględniają zainteresowania i upodobania swoich słuchaczy, zapraszając ich – często “na żywo” – do współtworzenia audycji i programów. W ten sposób środki przekazu ulegają odmasowieniu i stają się interakcyjne, a więc dwukierunkowe. Odbiorca uzyskuje możliwość wyboru spośród szerokiej oferty tych programów, które go interesują. Możliwości te znacznie zwiększają urządzenia techniczne służące do rejestracji i archiwizacji informacji: magnetofony, magnetowidy, czytniki dysków optycznych i magnetycznych, odtwarzacze płyt kompaktowych i wizyjnych, czytniki mikrofilmów itp.

⁷ Ibidem, s. 193.

Warto zwrócić uwagę, że rozwój możliwości komunikowania się pomiędzy ludźmi jest zawsze ściśle związany z rozwojem demokracji i swobód obywatelskich. Dobitym tego przykładem jest sytuacja w naszym kraju, gdzie od roku 1990 obserwuje się szybki wzrost popularności służącego kierowcom radia CB (CB radio = citizen band radio, tj. radio pracujące w tzw. paśmie obywatelskim), tworzenie niepaństwowych rozgłośni radiowych oraz gwałtowny rozwój łączności telefaksowej.

Pod koniec 1991 roku na rynku amerykańskim pojawiła się elektroniczna książka (ang.: electronic book). Na 3.5-calowym ciekłokrystalicznym, czarno-białym ekranie można przeczytać dzieła W. Shakespeare'a, *Iliadę*, *Odyseję*, *Przemyślenia Robinsona Crusoe*, *Biblię*, *Koran* i wiele innych, znaleźć wybrane hasło z encyklopedii ogólnej lub specjalistycznej, wybrać przepisy kulinarne, skorzystać z rozkładu lotów, a nawet zagrać w jedną z licznych zręcznościowych gier elektronicznych⁸. Olbrzymia pojemność pamięci elektronicznej książki pozwala na przechowywanie ponad 100 tys. stron tekstu⁹. Poszczególne (wymienne) dyskiety są załączkiem tzw. biblioteki przyszłości (The Library of the Future).

Informacje zawarte w elektronicznej książce mogą być przesyłane do pamięci mikrokomputera osobistego, co umożliwia wydruk wybranych fragmentów tekstu lub obrazów.

Elektroniczna książka stanowi przełom w korzystaniu ze słowa pisanego. Zapewnia bardzo szybki dostęp do ogromnej ilości informacji, zajmując przy tym nieporównywalnie mniej miejsca niż tradycyjne zbiory biblioteczne.

W społeczeństwie informacyjnym funkcjonować będzie nowy model szkoły. Jak zauważa Alvin Toffler, szkoła epoki przemysłowej wzorowana

⁸ F. Vizard: *Portable Data Disc*. "Popular Mechanics", January 1992, s. 87.

⁹ Jest to tzw. pamięć CD-ROM, tj. pamięć o stałej zawartości (tylko do odczytu) na płycie kompaktowej o średnicy 3.5 cala. Pojemność pamięci opisywanej elektronicznej książki wynosi 200 MB.

jest na modelu fabryki¹⁰. Obok programu jawnego, zakładającego nauczanie kilku podstawowych przedmiotów, takich jak język ojczysty, matematyka, fizyka, geografia czy biologia, szkoła realizuje także program ukryty. Celem tego niejawnego programu jest ukształtowanie w uczniach nawyków punktualności i posłuszeństwa oraz umiejętności wykonywania rutynowej pracy. Podstawowym zadaniem szkoły industrialnej jest zatem przygotowanie młodego człowieka do roli dobrego pracownika, zazwyczaj reprezentującego wąską specjalizację zawodową.

W przeciwieństwie do przedstawionego modelu szkoła funkcjonująca w społeczeństwie informacyjnym nie wyposaża ucznia w wiedzę encyklopedyczną, lecz przygotowuje go do rozwiązywania problemów, do podejmowania zadań niestandardowych, wreszcie przysposabia i motywuje ucznia do procesu samokształcenia. To ostatnie zadanie jest, w warunkach szybkiego przyrostu wiedzy, niezwykle istotne. W sytuacji, gdy okres użyteczności wiedzy jest w wielu dziedzinach niemal tożsamy z okresem jej uzyskania, szkoła nie jest w stanie przygotować człowieka do wykonywania jednego zawodu przez całe życie. Współczesna szkoła winna umożliwić swoim absolwentom zdobycie wiedzy i umiejętności niezbędnych do wykonywania być może nie istniejącego jeszcze zawodu. Nowa szkoła musi zatem przygotować ucznia do dalszej samodzielnej edukacji, w tym do sprawnego korzystania z rozmaitych źródeł wiedzy w warunkach zalewu informacyjnego.

Nowe zawody związane będą z nowymi rodzajami przemysłów. Cywilizacja drugiej fali była oparta na przemyśle ciężkim, zużywającym dużo energii i produkującym nadmierne ilości zanieczyszczeń. Jednym z największych przekleństw epoki industrialnej jest skażenie środowiska naturalnego, w niektórych regionach świata określane wręcz mianem klęski ekologicznej.

¹⁰ A. Toffler, op.cit., s. 57.

Od pewnego czasu kraje wysoko rozwinięte stopniowo przenoszą przestarzałe gałęzie przemysłu do krajów rozwijających się, oferujących dodatkowo tańszą siłę roboczą, a zwolnione miejsca zajmują nowe, dynamiczne gałęzie przemysłu. Do najważniejszych z nich należy elektronika i produkcja komputerów, przemysł kosmiczny, oceaniczny oraz genetyczny.

Dzięki nowoczesnej elektronice możliwa staje się miniaturyzacja urządzeń oraz uzyskuje się znaczne oszczędności energii materiałów i surowców. Przykładowo, przy użyciu w procesie produkcji jednej tony węgla można otrzymać około 150 km drutu miedzianego używanego w telefonii albo około 130 tysięcy km kabla światłowodowego¹¹.

Przemysł kosmiczny umożliwi produkcję trudnych lub wręcz nieosiągalnych w warunkach ziemskich stopów, nowych półprzewodników czy leków.

Przemysł oceaniczny to nie tylko nowe możliwości pozyskiwania białka, roślinności morskiej, rozmaitych minerałów, a nawet hodowli glonów o wysokiej zawartości ropy naftowej. Przewiduje się także budowę pływających miast w celu złagodzenia problemów mieszkaniowych. Budowę sztucznej wyspy – miasta na morzu – podjęli Japończycy pod koniec 1991 roku.

W dynamicznie rozwijającej się inżynierii genetycznej pokładane są duże nadzieje związane z uzyskaniem leków na nieuleczalne dziś choroby, a także z rozwiązaniem problemów żywnościowych, energetycznych i ekologicznych.

Przemiany cywilizacyjne związane z przekształcaniem się cywilizacji industrialnej w cywilizację informacyjną są procesem rozłożonym w czasie. Są to przemiany bardzo rozległe, zachodzące nie tylko w dziedzinie techniki i technologii. Obejmują one także sferę polityczną, społeczną i demokratyczną, a nawet psychologiczną poszczególnych jednostek.

¹¹ Ibidem, s. 170.

Część przedstawionych tu atrybutów nowej cywilizacji została już zrealizowana. Proces budowania społeczeństwa informacyjnego jest najbardziej zaawansowany w Japonii, USA oraz kilku wysoko rozwiniętych krajach Europy. Większość państw tkwi w okresie drugiej fali, jednak niemal wszędzie, w tym także w naszym kraju, łatwo dostrzeżemy ścieranie się starej cywilizacji przemysłowej z nową, nieuchronnie nadchodzącą cywilizacją informacyjną.

Inwazja komputerów w rozmaite dziedziny życia człowieka stała się faktem. Przyzwyczajamy się do korzystania z nich i nie zauważamy ich obecności, ale – podobnie jak w przypadku prądu elektrycznego – dotkliwie odczuwamy ich brak lub skutki awarii.

Według danych przedstawionych przez amerykańską firmę marketingowo-konsultingową Channel Marketing Corp. z Teksasu Amerykanie zakupili w 1990 roku 5.1 mln mikrokomputerów osobistych, a w roku następnym już 7 mln sztuk. Pod koniec 1991 roku 28 mln amerykańskich rodzin posiadało łącznie ponad 30 mln mikrokomputerów. W oparciu o istniejące obecnie tendencje przewiduje się, że pod koniec obecnej dekady na statystyczną amerykańską rodzinę będzie przypadać 2.2 mikrokomputera osobistego.

Przemysł komputerowy jest obecnie najprężniej rozwijającą się gałęzią przemysłu. Warto sobie uświadomić, że gdyby np. postęp w rozwoju przemysłu motoryzacyjnego na przestrzeni ostatnich trzydziestu lat był równie wielki jak w przemyśle komputerowym, to Rolls-Royce kosztowałby jedynie 2.5 \$, zaś przeciętny współczesny samochód na jednym litrze benzyny mógłby przejechać około 700 tysięcy km, tj. niemal tyle, ile wynosi odległość z Ziemi na Księżyc i z powrotem¹².

Powszechne zainteresowanie mikrokomputerami nie jest przejściową modą. Z całą pewnością można stwierdzić, że jest to zjawisko trwałe i nie-

¹² Ibidem, s. 169.

odwracalne. Człowiek bowiem nie zrezygnuje z potężnego narzędzia, które ułatwia mu życie, dziś już praktycznie w każdej dziedzinie. Laureat Nagrody Nobla z 1982 roku Roger Sperry podczas uroczystości wręczenia nagrody powiedział m.in., że “komputer to najpotężniejsze narzędzie intelektualne, jakim dysponuje człowiek od czasu wynalezienia języka, udoskonalonego następnie przez alfabet i druk”¹³.

Podobne stanowisko zajmuje A. Kępiński, który – słusznie przestrzegając przed widzeniem świata “przez pryzmat maszyny, którą ten świat się zdobywa” – stwierdza, że “człowiek przyszłości będzie musiał podporządkować się bezwzględny wymogom świata technicznego, nie tolerującego indywidualności i spontaniczności, z drugiej zaś strony, aby nie zatracić swej ludzkiej natury, będzie samodzielnie poszukiwał osiągnięcia maksymalnego rozwoju własnych możliwości właśnie przez zachowanie indywidualności i spontaniczności”¹⁴.

3. SYSTEM KOMPUTEROWY

Komputery należą do tych urządzeń, którym samo doprowadzenie napięcia zasilającego nie wystarcza do poprawnego działania. Aby móc wykorzystać komputer, trzeba umieścić w jego pamięci program, który decyduje o kierunku użytkowania: ten sam komputer w zależności od aktualnie umieszczonego w pamięci programu może służyć do przetwarzania tekstów, tworzenia grafiki, prowadzenia obliczeń statystycznych itd. W porównaniu

¹³ R. Sperry: *Nobel Prize Speech*. “Science” 1982, 24 Sept., s. 1623. [Podają za:] W. Skrzydlewski: *Technologia kształcenia. Przetwarzanie informacji. Komunikowanie*. Poznań 1990, Wydawnictwo Naukowe UAM, s. 119.

¹⁴ A. Kępiński: *Rytm życia*. Kraków 1973.

z innymi urządzeniami komputer jest zatem bardziej uniwersalny. Cecha ta wynika z możliwości stosowania różnorodnych programów.

Mając na uwadze konieczność wyposażenia każdego komputera w odpowiedni program, wprowadzimy pojęcie systemu komputerowego.

System komputerowy to zespół dwóch elementów:

- sprzęt (ang.: hardware, tzw. “twarda” część systemu),
- oprogramowanie (ang.: software, tzw. “miękką” część systemu).

Sprzęt, czyli hardware, jest “namacalną” częścią systemu komputerowego. Posiada wymiary fizyczne, masę, kolor itd.

Oprogramowanie (software) jest produktem myśli ludzkiej. Jest to zbiór rozkazów dla komputera zapisanych w pewnym języku programowania, przechowywanych w pamięci wewnętrznej (operacyjnej) lub zewnętrznej (np. taśmowej, dyskowej) lub też istniejących abstrakcyjnie (w umyśle programisty).

Należy podkreślić, że koszt oprogramowania niekiedy przewyższa cenę samego sprzętu. Wynika to z faktu, że w przeciwieństwie do produkcji sprzętu, proces tworzenia oprogramowania nie daje się – jak dotąd – zautomatyzować i wymaga pracy wysoko kwalifikowanych zespołów projektantów i programistów.

Obydwa elementy systemu komputerowego są jednakowo ważne i dopiero ich łączne użycie pozwala na sensowne wykorzystanie mikrokomputera.

Komputer bez oprogramowania jest – podobnie jak gramofon bez płyty gramofonowej lub dyskofon bez płyty kompaktowej – bezużytecznym narzędziem. Również samo oprogramowanie bez komputera, na którym można by je uruchomić, jest nieprzydatne. Tu z kolei sytuacja jest analogiczna do takiej, w której posiadając płytę gramofonową lub kompaktową, nie dysponujemy urządzeniem służącym do ich odtworzenia. Używając nieco poetyckiego porównania można stwierdzić, że sam komputer, rozumiany

jako sprzęt, jest ciałem, a oprogramowanie duszą, która to ciało ożywia i nadaje mu sens istnienia.

Warto w tym miejscu podkreślić, że nie każdy program może być uruchomiony na dowolnym mikrokomputerze. Pomiedzy poszczególnymi mikrokomputerami nie ma bowiem tak daleko idącej wymienności oprogramowania, jak w przypadku gramofonów, dyskofonów czy magnetofonów.

Komputery, pomiędzy którymi można wymieniać oprogramowanie, tzn. program napisany dla jednego z nich będzie poprawnie działać na pozostałych, nazywamy kompatybilnymi, czyli programowo zgodnymi. Przykładowo mikrokomputery: ZX Spectrum, Atari 130 XE, Amstrad CPC 6128, Commodore C64 i BBC Acorn nie są kompatybilne.

Brak kompatybilności pomiędzy większością znajdujących się obecnie na rynku modeli mikrokomputerów jest czynnikiem niekorzystnym, zmuszającym do przygotowywania wielu wersji tych samych programów przeznaczonych dla różnych komputerów. Utrudnia to znacznie rozpowszechnianie i tworzenie banków komputerowych programów dydaktycznych, powodując, że znajdujące się w wielu szkołach mikrokomputery są słabo wykorzystywane. Interesujące dane na ten temat i szerszą analizę zjawiska można znaleźć w raporcie¹⁵.

Jedynym sensownym rozwiązaniem zasygnalizowanego tu problemu jest dążenie do standaryzacji światowych systemów komputerowych. Obecnie, mimo toczącej się walki potentatów w dziedzinie produkcji sprzętu i oprogramowania, dość klarownie zaczyna wyłaniać się standard amerykańskiej firmy IBM.

¹⁵ *Badania nad stanem wykorzystania komputerow w szkolnictwie srednim. Raport z badan pod kierunkiem W. Strykowskiego i H. Szaleńca. CDN Kraków 1990.*

4. PODSTAWOWE KIERUNKI ZASTOSOWAŃ MIKROKOMPUTERÓW

Łacińskie słowo "computare" (liczyć) wskazuje na pierwotne zastosowanie komputerów. Pierwszy elektroniczny komputer – ENIAC (USA, 1946), służył wyłącznie do realizacji obliczeń numerycznych¹⁶.

W miarę pojawiania się coraz to nowszych, doskonalszych komputerów i urządzeń współpracujących oraz – co najważniejsze – w miarę upraszczania komunikacji człowieka z komputerem, narzędzie to znajdowało zastosowanie w bardzo wielu dziedzinach. Dziś trudno byłoby wskazać obszary, w których nie jest używane.

Jednym z głównych zastosowań współczesnych mikrokomputerów jest redagowanie tekstów przy pomocy tzw. edytorów tekstowych. Są to programy zamieniające komputer w "inteligentną" maszynę do pisania. Umożliwiają one dowolne przemieszczanie fragmentów tekstu, automatyczne wyrównywanie marginesów, wyszukiwanie i zastępowanie wskazanych fragmentów innymi, stosowanie rozmaitych krojów czcionki, a nawet poprawianie błędów ortograficznych w oparciu o dołączony słownik. Mikrokomputer wyposażony w wysokiej klasy drukarkę laserową i program DTP (desktop publishing) może służyć do profesjonalnego wykonywania składu drukarskiego.

Osobną, dużą grupę zastosowań stanowi gromadzenie i wyszukiwanie informacji, tzw. banki danych. Jako przykład można tu wymienić programy do skomputeryzowania obiegu informacji w bibliotekach, zakładach pracy (informacje osobowe, gospodarka materiałowa), obsługi klientów w bankach, biurach podróży itp., a także programy umożliwiające korzystanie

¹⁶ Było to zastosowanie o charakterze militarnym. Komputer rozwiązywał równania różniczkowe opisujące trajektorie lotu pocisków balistycznych.

z encyklopedii czy słowników. Te ostatnie przykłady różnią się od wcześniej podanych tym, że informacje zapisane w bazie danych nie wymagają częstej aktualizacji (słowniki wystarczy uwspółcześniać raz na kilka lat, podczas gdy informacje o transakcjach bankowych czy rezerwacji biletów lotniczych muszą być aktualizowane na bieżąco).

Współczesne mikrokomputery mogą być wykorzystywane do wspomagania twórczości graficznej i muzycznej. Wyposażony w odpowiednie oprogramowanie komputer jest nie tylko narzędziem pracy artysty. Ułatwia on także sporządzanie portretów pamięciowych, wyszukiwanie właścicieli danych linii papilarnych, a nawet rekonstruowanie wyglądu człowieka w przeszłości lub przyszłości. Dzięki możliwości tworzenia grafiki animowanej mikrokomputery wykorzystywane są do produkcji filmów, zastępując kosztowne i czasochłonne budowanie makiet.

Coraz większą popularnością cieszą się programy wspomagające pracę projektanta i architekta, tzw. CAD (computer aided design).

Grafika komputerowa jest bardzo przydatna w procesie edukacyjnym. Pozwala ona na łatwe sporządzanie wykresów funkcji, ukazywanie dynamiki zdarzeń (wykresy animowane), ułatwia analizę danych liczbowych, kształci wyobraźnię przestrzenną. Porównujmy dla przykładu dane przedstawione w tabeli oraz przy pomocy wykresu słupkowego, tzw. histogramu.

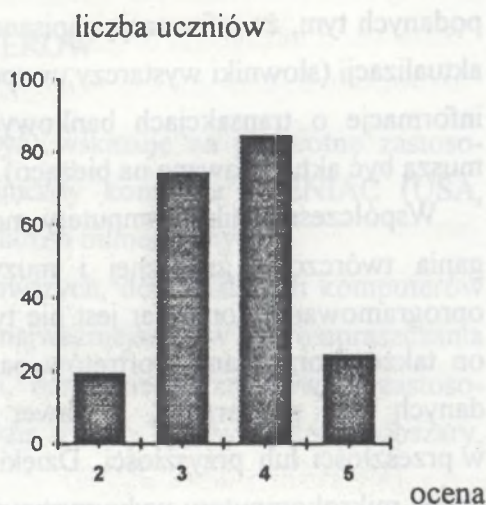
Histogram umożliwia szybką jakościową ocenę danych: patrząc na wykres od razu zauważamy, które wartości są mniejsze, a które większe. Wysłanie tych wniosków na podstawie tabeli wymaga dłuższej i bardziej uważnej analizy danych.

Oczywiście mikrokomputery ciągle jeszcze używane są do swoich pierwotnych zastosowań, tj. obliczeń matematycznych. Stanowią zarówno narzędzie pracy inżyniera (np. obliczanie wytrzymałości konstrukcji), jak i naukowca czy urzędnika (np. obliczenia statystyczne).

a)

ocena	liczba uczniów
2	20
3	75
4	85
5	25

b)



Rys. 1. Dane liczbowe przedstawione w postaci:
a) tabelarycznej, b) graficznej (histogram)

Ze względu na dużą szybkość działania mikrokomputery są używane do sterowania procesami technologicznymi oraz do automatyzacji pracy drobnych instalacji (np. sterowanie ruchem ulicznym, pracą laboratoriów fotograficznych itp.).

Mikrokomputer stanowi również bardzo interesujący środek do wspomaganie procesu dydaktycznego. Takie komputerowo wspomaganie nauczanie nazywa się CAL (ang.: computer-assisted learning, computer-aided learning) lub CAI (ang.: computer-assisted instruction). Najistotniejszą cechą decydującą o przydatności i atrakcyjności mikrokomputera w edukacji jest możliwość pracy dialogowej. Omówieniu roli i funkcji mikrokomputera w szkolnictwie poświęcimy następnym rozdział

Nie sposób nie wspomnieć o jednym z nowszych i ciekawszych kierunków zastosowań mikrokomputerów – sztucznej inteligencji. Podstawowym zadaniem tej leżącej na styku informatyki, psychologii i cybernetyki dziedziny jest zaprojektowanie i wykonanie oprogramowania i urządzeń

symulujących inteligentne zachowanie człowieka. Wielu badaczy upatruje w sztucznej inteligencji przyszłości informatyki. Z tego względu do zasygnalizowanego tu tematu powrócimy szerzej w rozdziale piątym.

Powyższy krótki przegląd ogólnych zastosowań mikrokomputerów nie jest z pewnością pełny i wyczerpujący. Te nowoczesne urządzenia coraz szerzej wkraczają w nasze życie. Nie sposób zatem wymienić wszystkich kierunków wykorzystania mikrokomputerów, zwłaszcza, że wraz z pojawianiem się coraz doskonalszego sprzętu i bogatszej oferty programowej oraz z rozwojem nauki i potrzeb ludzkich otwierają się nowe możliwości ich zastosowań.

II. KOMPUTERY W PROCESIE EDUKACYJNYM

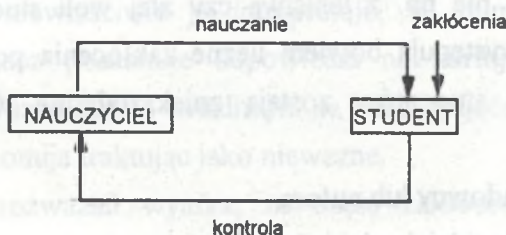
1. MIKROKOMPUTER JAKO TECHNICZNY ŚRODEK KSZTAŁCENIA

W procesie dydaktycznym nauczyciel posługuje się nie tylko słowem, tablicą i kredą, ale stosuje też cały szereg urządzeń, np. magnetofon, magnetowid czy mikrokomputer. Urządzenia te, zwane technicznymi środkami nauczania, wspomagają pracę nauczyciela i poprawiają warunki przyswajania wiedzy przez uczniów.

Mikrokomputery zaliczane są do środków automatyzujących proces kształcenia¹. Do tej samej grupy technicznych środków nauczania należą również maszyny uczące, maszyny repetycyjne i maszyny egzaminacyjne. Należy jednak pamiętać, że współcześnie, ze względu na swoją uniwersalność, mikrokomputery przejęły rolę wymienionych tu maszyn dydaktycznych. W porównaniu z tradycyjnymi urządzeniami tego typu, które stanowiły zazwyczaj konstrukcje mechaniczno-elektryczne lub elektroniczne, mikrokomputery odznaczają się wysoką niezawodnością, prostotą obsługi, a przede wszystkim elastycznością i łatwością prowadzenia dialogu z użytkownikiem.

¹ W. Okoń: *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*. Warszawa 1987, PWN, s. 310 – 311.

Rolę mikrokomputera jako technicznego środka nauczania przedstawimy rozpatrując cybernetyczne ujęcie procesu dydaktycznego.



Rys. 2. Cybernetyczne ujęcie procesu kształcenia – układ tradycyjny

W procesie dydaktycznym występują dwie strony: nauczyciel oraz studenci. Nauczyciel organizuje i realizuje proces nauczania korzystając z dowolnej kombinacji przyjętych w szkolnictwie metod:

- podających,
- problemowych,
- eksponujących,
- praktycznych².

Jak w każdym racjonalnym działaniu, nauczyciel przed przystąpieniem do realizacji procesu dydaktycznego wytycza sobie pewne cele. Dzięki prowadzonej kontroli nauczyciel dowiaduje się, w jakim stopniu osiągnął zamierzone cele. Może on zatem sterować procesem dydaktycznym, tj. tak dobierać treści, formy i środki nauczania, by minimalizować różnice pomiędzy celami założonymi a rzeczywiście osiągniętymi. Informacja przekazana w procesie kontroli od studenta do nauczyciela wykorzystywana jest do sterowania procesem nauczania. Jest to tzw. sprzężenie zwrotne.

² Ibidem, s. 209 – 221

Kontrola byłaby zbędna, gdyby nauczyciel miał gwarancję opanowania przez studentów materiału zgodnie z jego intencjami. Z praktyki wiadomo, że tak nie jest, przy czym wynika to w głównej mierze z przesłanek obiektywnych, a nie np. z lenistwa czy złej woli studentów. W procesie dydaktycznym występują bowiem liczne zakłócenia powodujące, że treści odbierane przez studentów zostają zniekształcone. Głównymi źródłami zakłóceń są:

- język wykładowcy lub autora,
- złe warunki widzialności i słyszalności,
- wahania uwagi i zmęczenie słuchaczy,
- aktywność umysłowa słuchaczy³.

Język jest środkiem wyrazu myśli. Używanie języka skrótowego lub zbyt fachowego wobec słuchaczy nie przygotowanych na pewno spowoduje niewłaściwy odbiór treści. Podobnie zbyt szczegółowe tłumaczenie zagadnień już im znanych powoduje obniżenie poziomu wrażliwości audytorium i pogorszenie jego zdolności odbioru. Złe warunki widzialności i słyszalności (niewłaściwe oświetlenie, hałas, szmer rozmów) znacznie pogarszają możliwości percepcji słuchaczy. Zjawisko to występuje szczególnie wyraźnie przy prowadzeniu wykładu w języku obcym.

Zmęczenie i wynikające z niego wahania uwagi powodują chwilowe "wyłączanie się" odbiorców ze śledzenia toku wykładu, filmu czy książki. Zjawisko to występuje tym silniej, im bardziej jednorodny jest przekazywany materiał i jego forma.

Szczególnie niebezpiecznym czynnikiem zakłócającym jest tzw. aktywność umysłowa słuchacza. Obejmuje ona aktywność asymilacyjną, polegającą na selekcjonowaniu otrzymywanych danych i ich przetwarzaniu, oraz aktywność eksploracyjną, związaną z konkretnymi oczekiwaniami słuchacza

³ T. Tomaszewski: *Z pogranicza psychologii i pedagogiki*. Warszawa 1970, PZWS, s. 147 - 151.

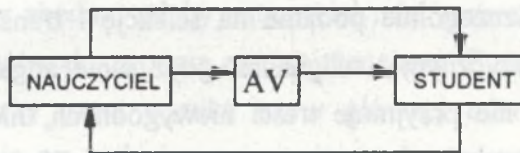
czy czytelnika. Szczególnie podatne na selekcję i transformację są treści o charakterze politycznym i religijnym, gdyż silnie angażują one emocjonalnie. Słuchacz nie przyjmuje treści niewygodnych, niezgodnych z jego poglądami lub też niewłaściwie je interpretuje. W ramach aktywności eksploracyjnej słuchacz poszukuje odpowiedzi na nurtujące go pytania i problemy, stając się szczególnie wrażliwym na treści mające związek z jego pytaniami, inne zaś pomija traktując jako nieważne.

Z powyższych rozważań wynika, że część zakłóceń ma charakter obiektywny, część zaś subiektywny. Zakłócenia pojawiają się w różnych miejscach układu. Ich źródłem może być nauczyciel (np. język wykładowcy), kanał przewodzący (warunki słyszalności i widzialności) lub uczeń (aktywność intelektualna).

Zakłóceniom o charakterze obiektywnym można przeciwdziałać bądź likwidować ich skutki. I tak np. zakłóceniom wynikającym ze zmęczenia studentów zapobiega się poprzez racjonalną organizację zajęć dydaktycznych w poszczególnych dniach, a zakłóceniom związanym z warunkami słyszalności i widzialności – poprzez projektowanie sal dydaktycznych zgodnie z zasadami ergonomii (np. sale amfiteatralne) oraz poprzez tzw. oddziaływanie polisensoryczne. Polega ono na stosowaniu w procesie dydaktycznym technicznych środków nauczania umożliwiających wielotorowe, wielozmysłowe oddziaływanie na słuchaczy. Przykładem takiego oddziaływania może być stosowanie podczas wykładu projektoskopu i foliogramów. Słowo zostaje wzmocnione obrazem, dając możliwość zobaczenia tego, czego słuchacz nie dosłyszał, lub odwrotnie – usłyszenia o tym, czego nie zdołał zobaczyć.

Zastosowanie w procesie dydaktycznym technicznych środków prowadzi do nowego schematu, który nazwiemy układem audiowizualnym⁴.

⁴ B. Brycki: *Poszukiwanie podstaw ujmowania kształcenia w kategoriach komunikacji*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śl. Gliwice 1987, z. 56, s. 147.



Rys. 3. Cybernetyczne ujęcie procesu kształcenia – układ audiowizualny (AV – środki audiowizualne)

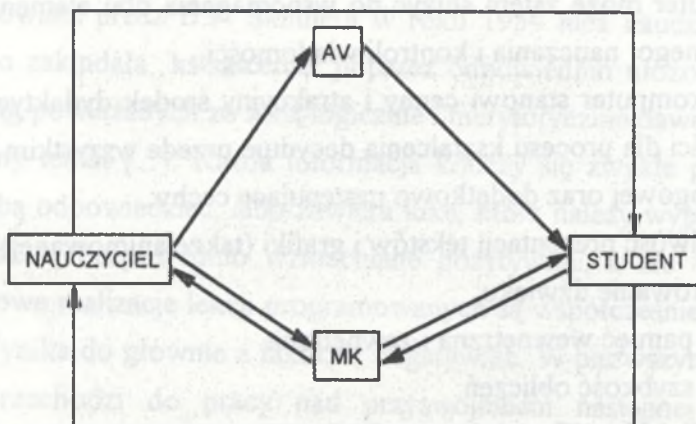
Charakterystyczną cechą środków audiowizualnych jest jednokierunkowy przepływ informacji. Niektóre z nich, jak np. magnetowid czy magnetofon, umożliwiają co prawda realizację sprzężenia zwrotnego, ale okres jaki musi upłynąć od zapisu sceny do jej odtworzenia jest stosunkowo długi. Klasycznym przykładem takiego sprzężenia zwrotnego jest mikronauczanie.

Wspomniana wyżej wada została znacznie zredukowana w najnowszym technicznym środku nauczania, jakim jest interaktywne wideo. Połączenie mikrokomputera z magnetowidem pozwoliło na wybranie najlepszych cech obu tych urządzeń: szybkości działania i dialogowości komputera oraz wysokiej jakości obrazu i dźwięku magnetowidu. W najnowszych wersjach zamiast magnetowidu stosuje się gramowidy (urządzenia do odtwarzania cyfrowego zapisu obrazu i dźwięku na płytach kompaktowych), co znacznie skraca czas dostępu do informacji.

Zastosowanie w procesie dydaktycznym mikrokomputera prowadzi do jeszcze bardziej rozwiniętego schematu, tzw. informatycznego⁵.

Jak wynika ze schematu, mikrokomputer umożliwia dwukierunkowy przepływ informacji: od użytkownika do komputera i od komputera do użytkownika. Oznacza to możliwość prowadzenia dialogu. Jest to – z dydaktycznego punktu widzenia – cecha szczególnie cenna, której nie posiadają inne techniczne środki kształcenia.

⁵ Ibidem, s. 147.



Rys. 4. Cybernetyczne ujęcie procesu kształcenia – układ informatyczny (MK – mikrokomputer)

Dialog oznacza realizację natychmiastowego sprzężenia zwrotnego: komputer natychmiast reaguje na wprowadzane przez użytkownika polecenia, potrafi jednocześnie sam stawiać pytania. Komputer jest zatem środkiem interakcyjnym, wymusza on aktywność studentów.

Rozpatrując rolę mikrokomputera w procesie dydaktycznym należy zauważyć na powyższym schemacie dwie pętle sprzężenia zwrotnego:

- pomiędzy nauczycielem i komputerem.
- pomiędzy studentem i komputerem.

Komputer pełni tu rolę korepetytora, który z jednej strony naucza ucznia, z drugiej zaś informuje nauczyciela o efektach tego nauczania. Znając osiągnięcia studenta nauczyciel może wpływać na przebieg dalszego wspomagania procesu nauczania. Na tę nową, niewątpliwie interesującą rolę mikrokomputera po raz pierwszy zwrócił uwagę w roku 1985 R. Tadeusiewicz⁶.

⁶ R. Tadeusiewicz: *Rola metod i środków informatyki w nauczaniu i kontroli wiadomości*. [Maszynopis]. Kraków 1985, WSP.

Komputer może zatem służyć do wspomagania obu elementów procesu dydaktycznego: nauczania i kontroli wiadomości.

Mikrokomputer stanowi cenny i atrakcyjny środek dydaktyczny. O jego przydatności dla procesu kształcenia decyduje przede wszystkim zdolność do pracy dialogowej oraz dodatkowo następujące cechy:

- możliwość prezentacji tekstów i grafiki (także animowanej),
- generowanie dźwięku,
- duża pamięć wewnętrzna i zewnętrzna,
- duża szybkość obliczeń,
- możliwość podłączania szerokiej gamy urządzeń zewnętrznych (drukarki, plotery, syntetyzery mowy, modemy, pióra świetlne, przetworniki do sterowania procesami itp.),
- możliwość szybkiej aktualizacji informacji i przekazywanej wiedzy,
- wysoka uniwersalność, polegająca na tym, że ten sam komputer – w zależności od znajdującego się w jego pamięci programu – może być wykorzystywany do różnych celów,
- indywidualizacja tempa i treści nauczania.

Związki komputerów z edukacją trwają już ponad trzydzieści lat. W roku 1960 w Uniwersytecie Illinois powstał system PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation), którego kolejne udoskonalone wersje pojawiały się do końca lat siedemdziesiątych. Dokładniejszy opis systemu pominiemy, gdyż jest on łatwo dostępny w literaturze⁷.

System PLATO zapoczątkował proces nauczania wspomaganego komputerem (CAI, CAL). Przez wiele lat komputer traktowano prawie wyłącznie jako nową wersję maszyny dydaktycznej, ograniczając się do automatyzacji nauczania programowanego.

⁷ D.L. Bitzer, P. Braunfeld, W. Lichtenberger: *PLATO: An Automatic Teaching Device*. IRE Trans. Education, 1961, Vol. E4; M. Hołyński: *Symulacja procesu nauczania w systemie PLATO*. "Informatyka" 1981, nr 2.

Opracowana przez B.F. Skinnera w roku 1954 idea nauczania programowanego zakładała kształcenie poprzez odpowiednio ułożony program, "to jest ciąg powiązanych ze sobą logicznie i merytorycznie dawek informacji na dowolny temat [...]. Każda informacja kończy się zwykle pytaniem, na które trzeba odpowiedzieć, albo zawiera lukę, którą należy wypełnić. Dobre odpowiedzi są bezpośrednio wzmacniane pozytywnie, a złe – pochwały, komputerowe realizacje lekcji programowanych są współcześnie często spotykane. Wynika to głównie z faktu, iż negatywnie. W pierwszym przypadku student przechodzi do pracy nad przyswojeniem następnej informacji, w drugim zaś nie ma takiej możliwości dopóty, dopóki nie udzieli poprawnej odpowiedzi"⁸.

Pomimo że nie jest to zastosowanie komputera godne szczególnej uwagi to znakomicie się do tej roli nadaje. Jak zauważa bowiem B. Jarosz, ekran monitora współczesnego mikrokomputera w sposób naturalny pełni rolę ramki (dawki informacji), a struktura programu komputerowego odzwierciedla strukturę zaprogramowanej lekcji⁹. Ponadto dzięki środkom programowym łatwo można spełnić zasady nauczania programowanego, takie jak: aktywizacja, indywidualizacja tempa i treści uczenia się, zapewnienie natychmiastowej oceny poszczególnych odpowiedzi i korekty błędów wraz z odpowiednim wzmocnieniem pozytywnym lub negatywnym. W porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi komputer dodatkowo umożliwia pomiar czasu pracy studenta, a także eliminuje podstawową wadę drukowanych tekstów programowanych – "podglądanie" i "ściągnięcie" odpowiedzi¹⁰.

⁸ Cz. Kupisiewicz: *Nauczanie programowane w szkolnictwie wyższym*. Warszawa 1974, PWN, s. 7

⁹ B. Jarosz: *Analiza i ocena dostępnego oprogramowania edukacyjnego na tle potencjalnych możliwości zastosowania komputera w procesie dydaktycznym*. "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1991, nr 1, s. 53 – 56.

¹⁰ *Ibidem*, s. 56

Drugi etap nauczania wspomaganego komputerem związany był z opracowaniem tzw. języków pisania wykładów (ang.: course-writing languages). Pozwalały one uczniom i nauczycielom na przygotowywanie i realizację lekcji z udziałem komputera bez znajomości jego budowy i programowania. W wielu wypadkach rola komputera sprowadzała się tu jednak do zastępowania projektoskopu i foliogramów. Poza estetyką i systematycznością nie wnosi to nic nowego, a uzyskiwane efekty nie rekompensują stosunkowo dużego nakładu pracy niezbędnego do przygotowania komputerowej lekcji.

Pod koniec lat sześćdziesiątych (1968) S. Papert przedstawił nowy język programowania, a właściwie nową filozofię rozwiązywania problemów – LOGO¹¹. Była to alternatywa dla nauczania programowanego, oferująca dzieciom kreatywne środowisko stymulujące ich rozwój. Tworząc język LOGO S. Papert marzył, aby “dzieci same wynalazły koło”¹². W LOGO z prostych, elementarnych komend buduje się coraz bardziej złożone konstrukcje¹³. Dziecko poznaje więc nowe dla siebie pojęcia poprzez samodzielne odkrywanie.

Najnowsze tendencje w zakresie edukacyjnych zastosowań komputerów to podejście multimedialne oraz wykorzystywanie osiągnięć sztucznej inteligencji. Stwierdzono, że połączenie mikrokomputera z innymi urządzeniami, a w szczególności z magnetowidem lub odtwarzaczem wideodysków, daje znacznie lepsze rezultaty niż stosowanie samego komputera¹⁴.

¹¹ S. Papert: *Teaching Children Thinking*. IFP World Conference. Computer Education, Netherlands, 1970.

¹² J. Dunin-Borkowski: *O budowaniu wiedzy z “klocków”*. [W:] *Technologia kształcenia – kryzys czy rozwój. Tezy wystąpień*. Poznań 1991, UAM, s. 21.

¹³ J. Kania: *Pierwsze kroki w LOGO*. Warszawa 1987, WSiP.

¹⁴ Szerzej na temat kształcenia multimedialnego w pracy: W. Skrzydlewski: *Technologia kształcenia. Przetwarzanie informacji. Komunikowanie*. Poznań 1990, Wydawnictwo Naukowe UAM.

2. DWIE DROGI KOMPUTERYZACJI EDUKACJI

Rozpatrując rolę mikrokomputera w procesie dydaktycznym nie sposób nie przytoczyć pytania postawionego w roku 1981 przez S. Paperta:

“Czy uczniowie programują komputery,
czy też są oni przez nie programowani?”¹⁵

W zależności od odpowiedzi na powyższe pytanie możliwe są dwie drogi realizacji komputeryzacji edukacji.

Przyjęcie koncepcji, iż uczniowie programują komputery, oznacza opowiedzenie się za nauczaniem w szkołach wybranych języków programowania. Zwolennikiem takiego stanowiska jest m.in. S. Papert. Twierdzi on, że uczniowie programując komputery lepiej poznają otaczający świat, uczą się logicznego myślenia oraz nabywają poczucia panowania nad częścią współczesnej techniki i technologii.

Warto przypomnieć, że S. Papert jest twórcą języka programowania LOGO o dużych walorach dydaktycznych, uważanego za najlepszy język pierwszego kontaktu z komputerem. W celu podniesienia edukacyjnej atrakcyjności języka LOGO dołączono do niego tzw. grafikę żółwia, umożliwiającą łatwe tworzenie rysunków na ekranie.

Druga z możliwych odpowiedzi na pytanie S. Paperta prowadzi do koncepcji stosowania w procesie dydaktycznym gotowych programów komputerowych. W myśl tej koncepcji uczniowie nie uczą się programowania, lecz tylko wykorzystywania komputera w szkole

Stwierdzenie, że “uczniowie są programowani przez komputery” podkreśla jednocześnie pewne niebezpieczeństwa związane z użytkowaniem gotowych komputerowych programów dydaktycznych. Otóż przeciwnicy skomputeryzowanej edukacji uważają, że programy komputerowe mogą być

¹⁵ S. Papert: *Jaillissements de l'esprit: ordinateurs et apprentissage*. Paris 1981.

wykorzystywane do takiego oddziaływania na młodzież, aby zaakceptowała ona preferowany przez twórców tych programów lub ich zlecniodawców określony model efektywnego funkcjonowania¹⁶. Innymi słowy, programy komputerowe mogą odgrywać znaczącą rolę w przystosowywaniu młodego pokolenia do funkcjonowania w społeczeństwie informacyjnym.

Jednoznaczne rozstrzygnięcie kwestii, która z dwóch możliwych dróg uprawiania skomputeryzowanej edukacji jest lepsza, byłoby znacznym uproszczeniem problemu. Wydaje się, że o wyborze drogi powinien decydować cel i kierunek kształcenia.

Niewątpliwie studenci informatyki i kierunków pokrewnych muszą znać kilka języków programowania. Umiejętność ta będzie też przydatna uczniom klas o profilu matematycznym i technicznym. Z kolei studentom i uczniom kierunków humanistycznych wystarczy pewna biegłość w korzystaniu z gotowych komputerowych programów dydaktycznych. Nie posiadają oni odpowiedniej bazy matematycznej, niezbędnej do nabycia umiejętności dobrego programowania. Prawdopodobnie też, jako reprezentanci kierunków humanistycznych, nie mają ambicji tworzenia programów komputerowych, zmuszanie ich zatem do tego byłoby dydaktycznie szkodliwe.

Przy kontrolowanym, umiejętnym stosowaniu mikrokomputerów w procesie kształcenia, korzystanie z gotowych programów edukacyjnych może przynieść – mimo wyrażanych przez oponentów obaw – wiele korzyści. Komputerowe programy dydaktyczne ułatwiają i uatrakcyjniają bowiem proces przyswajania wiedzy, pomagają w wykonywaniu rutynowych czynności (np. obliczenia statystyczne, sporządzanie wykresów funkcji itp.), umożliwiają proces kontroli i samokontroli, sprzyjają kształceniu logicznego myślenia i umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy

¹⁶ J. Kozol: *Illiterate America*. New York 1985. [Podaję za:] Z. Melosik: *Komputery w edukacji: eksperyment czy przeznaczenie?* "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1989, nr 2, s. 172.

Poszukując odpowiedzi na pytanie S. Paperta nie sposób nie zauważyć, że w związku z procesem humanizacji komputerów i dostosowywaniem tych urządzeń do możliwości przeciętnego użytkownika, systematycznie powiększa się biblioteka gotowych, profesjonalnych programów, pozwalających na rozwiązywanie szerokiej gamy problemów. Coraz wyraźniej rysuje się podział na:

- wąską grupę wysoko kwalifikowanych specjalistów projektujących i piszących programy oraz
- bardzo liczną grupę użytkowników tych programów.

Pisanie programów na konkretne zamówienie będzie coraz rzadszym zjawiskiem, choć z pewnością nie zaniknie. Należy się zatem spodziewać stopniowego przesuwania punktu ciężkości z nauczania programowania w kierunku znajomości dostępnego oprogramowania, umiejętności jego wykorzystania i przystosowania do własnych potrzeb.

Nauka programowania będzie więc prowadzona raczej w celach poznawczych i dla kształcenia intelektu, gdyż – jak zauważa W. Skrzydlewski – “programowanie jest paradygmatem myślenia”¹⁷. Rzadziej natomiast występować będzie konieczność nauczania programowania w celu przygotowania do wykonywania zawodu. Dalszym argumentem przemawiającym za taką wizją przyszłości są intensywnie prowadzone prace nad budową systemów automatycznego programowania.

¹⁷ W. Skrzydlewski: op.cit., s. 127.

3. KLASYFIKACJA EDUKACYJNYCH ZASTOSOWAŃ MIKROKOMPUTERÓW

Istnieje kilka różnych klasyfikacji edukacyjnych zastosowań komputerów. Wielu autorów podaje własne klasyfikacje. Najczęściej różnią się one poziomem szczegółowości oraz faktem ewentualnego zaliczenia do zastosowań edukacyjnych również zarządzania i administrowania szkołą.

Spośród dostępnych w literaturze klasyfikacji edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów przytoczymy trzy, najbardziej reprezentatywne dla całego piśmiennictwa.

Autorzy znakomitego angielskiego podręcznika technologii kształcenia¹⁸ wymieniają pięć podstawowych grup zastosowań komputerów w edukacji:

- komputer jako superkalkulator (Computer as a Supercalculator),
- komputer jako przedmiot nauczania (Use of the Computer to Teach about Computers and Computer Programming),
- komputer jako narzędzie do wspomaganie procesu nauczania (Computer-Assisted Learning),
- komputer jako narzędzie wspomagające proces administrowania i zarządzania szkołą (Computer-Managed Learning),
- komputer jako środek do gromadzenia i wyszukiwania danych (Data-Base).

Pierwsza z wymienionych funkcji polega na użyciu komputera do wykonywania skomplikowanych obliczeń. Komputer spełnia tu rolę typowo usługową, wykorzystując trzy podstawowe cechy: dużą szybkość działania, niezawodność oraz możliwość realizacji skomplikowanego algorytmu.

Komputer może być również przedmiotem nauczania. Z taką sytuacją mamy do czynienia, gdy w ramach określonych przedmiotów zawodowych

¹⁸ F. Percival, H. Ellington: *A Handbook of Educational Technology*. London 1984, Kogan Page Ltd., s. 136 – 142.

(np. elementy informatyki) przekazuje się uczniom wiedzę o komputerach, ich budowie i programowaniu.

Zagadnienie zastosowania systemów CAL omówiliśmy szerzej w poprzednim podrozdziale. W tym miejscu dodamy jedynie, że autorzy prezentowanej klasyfikacji proponują wyodrębnienie w ramach zastosowań CAL dwóch podstawowych trybów pracy:

- systemów TUTOR (the “Substitute Tutor” Mode), tj. komputerowych korepetytorów, które w dialogowej i przyjaznej formie realizują proces nauczania konkretnych zagadnień,

- symulacji komputerowej (the “Simulated Laboratory” Mode), tj. techniki pośredniego badania zjawisk, procesów i obiektów stosowanej m.in. w szkoleniu menedżerów, pilotów itp.¹⁹

Systemy CML to zastosowanie komputera w celu odciążenia człowieka w wielu czo- i pracochłonnych czynnościach administracyjnych, takich jak: prowadzenie ewidencji studentów, sporządzanie rozkładów zajęć dla poszczególnych kierunków studiów z uwzględnieniem rozdziału sal i ograniczeń dydaktyczno-organizacyjnych, ewidencja pomocy materialnej dla studentów, automatyczna obsługa egzaminów wstępnych, prowadzenie gospodarki finansowej i materiałowej itd. Komputer nie bierze tu bezpośredniego udziału w procesie dydaktycznym, pełni jedynie rolę nadzorującą i wspierającą.

Ostatnia z wymienionych edukacyjnych funkcji komputera to wykorzystanie go do gromadzenia i wyszukiwania informacji bibliograficznych, personalnych, materiałowych itp. Wyodrębnienie baz danych jako osobnej grupy edukacyjnych zastosowań komputerów jest nieco kontrowersyjne, gdyż bazy danych są także niezbędnym elementem systemów CML, a niekiedy i CAL.

¹⁹ Zagadnienie symulacji komputerowej zostało przedstawione szerzej w rozdziale czwartym.

Z przedstawionymi uprzednio dwiema drogami komputeryzacji dydaktyki dobrze koresponduje klasyfikacja szkolnych zastosowań mikrokomputerów zaproponowana przez amerykańskiego naukowca Roberta Taylora podczas cyklu wykładów w Polsce w marcu 1990 r. Według tego badacza mikrokomputer może być używany jako:

- TUTOR (system nauczający, korepetytor),
- TUTEE (programowanie komputera),
- TOOL (narzędzie).
- TOY (zabawka).

Z zastosowaniem mikrokomputera jako systemu nauczającego mamy do czynienia wówczas, gdy komputer wykorzystując zgromadzoną w jego pamięci wiedzę naucza ucznia. Uczeń jest tym, który nie umie, komputer tym, co umie i posiada wiedzę. Zadaniem komputera jest przekazanie uczniowi pewnych wiadomości lub umiejętności. Jest to zatem wykorzystywanie w procesie edukacyjnym gotowych komputerowych programów dydaktycznych.

Zastosowanie typu TUTEE jest przeciwstawne do zastosowania typu TUTOR. Tutaj uczeń jest tym, który posiada pewną wiedzę i jego zadaniem jest nauczenie komputera wykonywania określonych czynności (np. sporządzanie wykresów funkcji zadanych wzorem $y=f(x)$, odmiana czasowników w języku francuskim, wskazywanie położenia miast i państw na mapie itp.). Jest to zatem programowanie komputera przez ucznia. Ta forma wykorzystania komputera bazuje na założeniu, że uczeń uczy się najlepiej ucząc innych. Aby napisać dobry program, musi on bowiem posiadać rozległą wiedzę w dziedzinie objętej programem, a także, co oczywiste, musi znać język programowania.

Zastosowanie typu TOOL polega na używaniu mikrokomputera jako narzędzia. Uczeń wie, co należy zrobić, a komputer ułatwia mu realizację zamierzeń. Typowymi przykładami są tu edytory tekstowe i graficzne, programy umożliwiające komponowanie muzyki, a także komputerowe dzienniki

lekcyjne, banki danych ułatwiające dostęp do literatury, programy do obliczeń statystycznych itp.

Ostatnia z wymienionych przez R. Taylora grup szkolnych zastosowań komputerów – TOY oznacza wykorzystanie w procesie dydaktycznym rozmaitych gier. Chodzi tu głównie o gry logiczne, ekonomiczne, ekologiczne i strategiczne. Gry, w których występuje element współzawodnictwa, silnie aktywizują i zachęcają ucznia do rywalizacji z komputerem. Należy podkreślić, że większość z nich (pomijamy tu tzw. gry zręcznościowe) to programy, które bawiąc – uczą. Mogą być zatem zaliczone jednocześnie do grupy TOY oraz TUTOR.

Brak rozłączności poszczególnych grup edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów jest wspólną wadą przedstawionych klasyfikacji. Obydwie są szerokie, obejmują zastosowania komputerów nie tylko w klasie, ale – po uwzględnieniu systemów CML – w szkole, uczelni, a nawet w domu. Każda z nich uwzględnia dwie drogi komputeryzacji edukacji, wynikające z możliwych odpowiedzi na pytanie S. Paperta.

Jeszcze inną, bardzo ogólną klasyfikację komputerowych systemów dydaktycznych proponuje S. Kwiatkowski. Przyjmując za kryterium podziału systemów ich przeznaczenie autor ten wyróżnia:

- systemy nauczania wspomaganego komputerem (CAI),
- systemy zarządzania wspomaganego komputerem (CMI – computer – managed instruction; jest to synonim przedstawionych wcześniej systemów CML)²⁰.

W pierwszym przypadku główną funkcją systemu jest indywidualizacja nauczania, w drugim natomiast wspomaganie decyzji z zakresu organizacji i zarządzania procesem dydaktycznym.

²⁰ S. Kwiatkowski: *Komputerowe systemy dydaktyczne*. [W:] M. Godlewski, L. Kolkowski, E. Lipiński (red.): *Problemy algorytmizacji i automatyzacji procesu dydaktycznego*. Warszawa 1983, PWN, s. 162.

4. KONTROWERSJE WOKÓŁ KOMPUTERYZACJI EDUKACJI

Zastosowanie mikrokomputerów w procesie edukacyjnym jest zagadnieniem złożonym, ciągle jeszcze budzącym pewne kontrowersje. Obok gorących zwolenników skomputeryzowanej edukacji, istnieją również jej przeciwnicy.

Zwolennicy uważają, że mikrokomputery pozwalają zwiększyć efektywność kształcenia, umożliwiają daleko idącą indywidualizację, a nawet stanowią środek do zwalczania nierówności społecznych²¹.

Przeciwnicy, do których należy m.in. J. Kozol, dostrzegają w nauczaniu wspomaganym komputerem groźbę intelektualnego terroryzmu. Twierdzą oni, że “w toku skomputeryzowanej edukacji nauczyciele używający mechanistycznych narzędzi redukują uczniów, którzy ucząc się od maszyny, wkrótce nauczą się żyć tak jak one”²². Uważając – notabene niesłusznie – że praca z komputerem polega na “mechanistycznym porządkowaniu danych”, skomputeryzowanej edukacji zarzuca się, że redukuje procesy intelektualne do “informacyjnego przetwarzania”²³.

Według krytyków wspomniany redukcjonizm dotyczy:

- zdolności postrzegania problemów (uczniowie uczą się dostrzegać wyłącznie takie problemy, które może rozwiązywać komputer),
- doświadczenia (indywidualność ucznia zostaje spłaszczona poprzez dwuwymiarowość ekranu oraz standardowe parametry programu)²⁴.

²¹ G.L. Baron: *Komputery w edukacji*. Informacja ekspresowa nr 84. Warszawa 1990, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, s. 22.

²² J. Kozol: op.cit., s. 170.

²³ J. Broughton: *The Surrender of Control: Computer Literacy as Political Socialization of the Child*. [W:] D. Sloan (ed.): *The Computer in Education. A Critical Perspective*. New York 1985.

²⁴ H.K. Cuffaro: *Microcomputers in Education: Why Is Earlier Better?* [W:] D. Sloan (ed.): *The Computer in ...*, ibidem.

W sporze zwolenników i – stanowiących zdecydowaną mniejszość – przeciwników skomputeryzowanej edukacji rozsądne stanowisko zajmuje D. Sloan twierdząc, że “najistotniejszym problemem nie jest przyjęcie lub odrzucenie komputerów w edukacji, lecz – wobec oczywistego faktu ich zaakceptowania – zdefiniowanie ludzkich i edukacyjnych kryteriów oraz priorytetów, które umożliwiają używanie komputerów w sposób prawdziwie ludzki, a także wyjaśnienie, w jakich okolicznościach komputer w edukacji jest stosowny czy niestosowny, przydatny czy nieprzydatny”²⁵.

Autor niniejszej książki jest zdania, iż fakt przyjęcia mikrokomputerów do arsenału środków edukacyjnych jest bezsporny. Ze zrozumieniem należy jednak traktować uwagi zgłaszane przez przeciwników skomputeryzowanej edukacji. Komputer, stanowiąc potężne narzędzie wspomagające pracę człowieka w wielu dziedzinach jego działalności, nie doprowadził bowiem do zasadniczego przełomu w dydaktyce. Można zaryzykować stwierdzenie, że w pewnym sensie zastosowanie mikrokomputerów w procesie edukacyjnym nie sprostało nadziejom i oczekiwaniom. Z pewnością, z jednej strony oczekiwania były zbyt duże, z drugiej ciągle zbyt uboga jest refleksja teoretyczna, jaka powinna towarzyszyć wzrastającemu udziałowi komputerów w edukacji.

Należy sądzić, że podstawowym błędem w dotychczasowych zastosowaniach mikrokomputerów było dążenie do zaprogramowania postępowania człowieka na wzór programowania komputerów, tj. próba osadzenia działania człowieka w ramach pewnego algorytmu. Nie odpowiada to najnowszym tendencjom w dydaktyce, zakładającym pełne upodmiotowienie ucznia. Proces dydaktyczny stanowić ma spotkanie dwóch stron zainteresowanych poznaniem nieznaney im rzeczywistości: nauczyciela i ucznia. Mikro-

²⁵ D. Sloan: *Introduction: On Raising Critical Questions about the Computer in Education*. [W:] D. Sloan (ed.): *The Computer in ...*, ibidem.

komputer powinien być jednym z wielu środków technicznych dyskretnie owo spotkanie wspomagających, nie zaś przeszkadzających w nim.

Duże nadzieje na odejście od sztywnych schematów kontaktu użytkownika z komputerem związane są ze sztuczną inteligencją. W szczególności dla celów dydaktycznych niezwykle cenna byłaby możliwość komunikacji głosowej oraz rozpoznawanie wypowiedzi w języku naturalnym.

Inną przyczyną pewnych rozczarowań w zakresie edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów są aspekty techniczne, polegające na nie w pełni zadowalającej jakości generowanego przez komputer obrazu. Rozwiązanie tego problemu przyniesie postęp techniczny lub też wspomniane już koncepcje połączenia mikrokomputera z magnetowidem lub gramowidem, czyli tzw. interaktywne wideo.

Każdy techniczny środek nauczania jest połączeniem sprzętu i materiałów dydaktycznych (oprogramowania). W porównaniu z innymi środkami, w przypadku mikrokomputera daje się zauważyć zbyt silną dominację sprzętu nad oprogramowaniem. Sprzęt przykuwa uwagę i fascynuje, stanowi przedmiot dumy właściciela. Tymczasem ideałem byłoby, aby – podobnie jak np. w przypadku projektoskopu – zauważalne były przede wszystkim treści prezentowane przez program, nie zaś sprzęt, dzięki któremu ów program działa. Być może ze względu na stopień złożoności budowy mikrokomputera niemożliwe jest osiągnięcie w pełni postulowanej tu analogii, niewątpliwie jednak konieczna jest walka z obserwowanym fetyszyzowaniem sprzętu.

Przywrócenie właściwej proporcji pomiędzy komponentami systemu komputerowego jest związane z poziomem świadomości komputerowej i znajomości metodycznej strony wykorzystywania sprzętu komputerowego.

III. OPROGRAMOWANIE EDUKACYJNE

1. POJĘCIE KOMPUTEROWEGO PROGRAMU DYDAKTYCZNEGO

Czynnikiem decydującym o użyteczności komputera jest dostępność wysokiej jakości komputerowych programów dydaktycznych. Determinuje ona efektywność nauczania wspomagane go komputerem.

Komputer bez oprogramowania jest bezużytecznym przedmiotem: komputer ze złym oprogramowaniem jest środkiem szkodliwym, utrudniającym prawidłową realizację lekcji. Nie jest przypadkiem, że nauczyciele rzadko wykorzystują w szkole komputer – wiele istniejących programów, chociaż z doskonałą grafiką, kolorem i animacją, niesie ze sobą niewielką bądź żadną wartość dydaktyczną.

Problem braku dobrych, ogólnie dostępnych programów dydaktycznych dotyczy wszystkich szczebli polskiego szkolnictwa. Jak już wspomniano w poprzednim rozdziale, bardzo często rola oprogramowania sprowadza się do karykaturalnego naśladowania tradycyjnych metod nauczania¹.

Mimo podejmowanych prób problematyka tworzenia i dystrybucji komputerowych programów dydaktycznych nie doczekała się w Polsce zado-

¹ G.L. Baron: *Komputery w edukacji*. Informacja ekspresowa nr 84. Warszawa 1990, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, s. 26.

wałających rozwiązań praktycznych. Do głównych przyczyn takiego stanu rzeczy należą m.in.:

- niewielka skuteczność ochrony prawnej programów komputerowych,
- słabo rozwinięty rynek oprogramowania dydaktycznego, w tym niskie lub żadne wynagradzanie autorów programów dydaktycznych oraz niska świadomość społeczna faktu, że programy komputerowe są towarem, za który trzeba zapłacić,
- trudny dostęp do katalogów aktualnie dostępnego oprogramowania i jeszcze trudniejszy do samego oprogramowania,
- duża różnorodność sprzętu znajdującego się w szkołach i wynikająca stąd bariera kompatybilności.

Czym jest komputerowy program dydaktyczny? Wydaje się, że definicja komputerowego programu dydaktycznego (KPD) powinna z jednej strony uwzględniać informatyczną definicję programu, z drugiej zaś dobrze wyjaśniać rolę przmiotnika “dydaktyczny”.

Informatyka definiuje program jako pewien algorytm (szczegółowo przedstawiony sposób postępowania) zapisany w dowolnym języku programowania. W przypadku KPD, zamiast ogólnego pojęcia “algorytm”, trafniej będzie używać określenia “scenariusz”.

Algorytm wiąże się z widzeniem programu komputerowego od strony “kuchni”, scenariusz bliższy jest spojrzeniu użytkownika, którego bardziej interesuje strona zewnętrzna niż wewnętrzna programu. Pod pojęciem scenariusza należy zatem rozumieć dokładny opis rozwiązania konkretnego zadania dydaktycznego (nauczanie, utrwalanie, kontrola), zawierający także informacje związane z oprawą plastyczną (obraz i dźwięk).

Powyższa definicja zwraca ponadto uwagę, że KPD stanowi jedność treści i formy. Ten drugi element nabrał szczególnego znaczenia po pojawieniu się mikrokomputerów posiadających możliwość pracy w trybie graficznym wysokiej rozdzielczości oraz zdolność generowania dźwięku.

KPD jest zapisanym w wybranym języku programowania scenariuszem, opracowanym w celu szeroko rozumianego usprawnienia oraz udoskonalenia procesu dydaktycznego². Ta dosyć ogólna definicja wyraźnie podkreśla cel stosowania mikrokomputera w procesie dydaktycznym. Należy pamiętać, że komputer pełni w tym procesie wyłącznie rolę wspomagającą; nie może on nigdy zastąpić żywego nauczyciela.

2. METODYKA PROJEKTOWANIA I REALIZACJI KOMPUTEROWYCH PROGRAMÓW DYDAKTYCZNYCH

Tworzenie programu dydaktycznego jest zadaniem złożonym, w którym można wyodrębnić pięć kolejno po sobie następujących etapów:

- powstanie pomysłu,
- projekt programu,
- implementacja,
- testowanie i modyfikacja,
- opracowanie instrukcji metodyczno-użytkowej.

Na poszczególnych etapach uwzględnia się określony zakres czynników wpływających na uzyskanie pożądanej jakości produktu końcowego, tj. dobrego KPD. Czynniki te omówimy w dalszej części tego podrozdziału.

Proces tworzenia KPD przebiega w podanej wyżej kolejności, jednak wynikające z testowania wnioski mogą spowodować konieczność modyfikacji niektórych części scenariusza, a tym samym powrót do wcześniejszych etapów.

² B. Gralewski, J. Morbitzer: *Podstawowe problemy projektowania, realizacji i oceny komputerowych programów dydaktycznych*. "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1990, nr 3 – 4, s. 172.

Powstanie pomysłu jest pierwszym i najważniejszym etapem, decydującym o wartości programu. KPD jest zawsze ucieleśnieniem pewnej idei. Podobnie jak napisanie książki, sztuki teatralnej lub nakręcenie filmu, tak i opracowanie wartościowego KPD rozpoczyna się od powstania pomysłu. Dalsze etapy tworzenia KPD są rozwinięciem oraz uszczegółowieniem zrodzonej we wstępnej fazie idei. Pomysłodawca nie musi wcale umieć programować, dobrze jednak, jeśli ma on świadomość możliwości i ograniczeń związanych z wykorzystaniem sprzętu mikrokomputerowego.

Pomysł sposobu wykorzystania komputera na lekcji powstaje zwykle w związku z konkretną sytuacją dydaktyczną. Nauczyciel napotykając na trudności w przekazie wiadomości czy umiejętności musi najpierw rozważyć, jakimi środkami można je przezwyciężyć. Niekiedy bowiem wystarczy zmiana sposobu pracy z uczniami, dobry przykład, książka, foliogram, przezrocze lub film. Pamiętać należy, że każda pomoc dydaktyczna ma swoje możliwości i ograniczenia. Jeśli decydujemy się na zastosowanie w procesie dydaktycznym komputera, warto odpowiedzieć sobie na pytanie, dlaczego właśnie ten środek spowoduje uzyskanie najlepszych w danych warunkach efektów.

Projektując KPD należy określić cel dydaktyczny programu, tj. rozstrzygnąć, czy ma on służyć do nauczania, utrwalania materiału, kontroli wiedzy, czy też do realizacji kilku połączonych celów.

Ścisły związek pomysłu programu z sytuacją dydaktyczną powoduje, że najczęściej autorem idei programu jest nauczyciel. Połączenie doświadczenia pedagogicznego nauczyciela z jego wiedzą o procesie nauczania i uczenia się stanowi dobrą gwarancję rzeczywistego zapotrzebowania na konkretny program dydaktyczny, nadając całemu przedsięwzięciu sens praktyczny.

Autorami pomysłów napisania ciekawych i przydatnych KPD są często sami uczniowie. Jako adresaci przekazywanej wiedzy, odczuwają oni "na własnej skórze", przyswojenie których treści sprawia im najwięcej kłopotów.

Nie zawsze jednak uczniowie potrafią wskazać konkretne rozwiązania usprawniające, stąd też najczęściej ich pomysły wymagają rozwinięcia i uszczegółowienia w konsultacji z nauczycielem.

Etap projektowania obejmuje opracowanie ogólnego opisu programu, opracowanie scenariusza oraz jego ocenę i ewentualną weryfikację.

Opis ogólny zawiera streszczenie zawartości projektowanego programu, określa jego miejsce i zadania w procesie dydaktycznym oraz podaje sposób i cel stosowania. Takie streszczenie jest bardzo istotne dla ścisłego sprecyzowania celowości istnienia KPD. Prowadzi to do konkretyzacji zagadnień ważnych, na których będzie się opierała konstrukcja scenariusza, nie pozwalając na zbędne rozwijanie mniej istotnych pomysłów powstałych w dalszych etapach pracy.

W streszczeniu opisuje się powiązania treści przekazywanych przez KPD z programem nauczania danego przedmiotu. KPD będzie stosowany na lekcji, musi zatem mieć ścisły związek z dotychczasową wiedzą uczniów oraz ich możliwościami intelektualnymi.

Należy również uwzględnić sposób użycia komputera, odpowiadając sobie na pytanie, czy program będzie przeznaczony do indywidualnej pracy z uczniem, do pracy z grupą uczniów lub też do demonstracji dla całej klasy. Wyraźne określenie odbiorcy programu ma duży wpływ na właściwy dobór metod interakcji użytkownika z komputerem oraz na konstrukcję obrazów na ekranie monitora.

Tworzenie scenariusza polega na narysowaniu na oddzielnym kartkach papieru wszystkich scen (obrazów), które mają ukazać się na ekranie. Dąży się do dopracowania wszystkich szczegółów tak, aby interpretacja zawartości i przebiegu scen była zrozumiała i przejrzysta. Obrazy rysuje się z uwzględnieniem wielkości i proporcji ekranu monitora komputerowego, określając na przykład liczbę wierszy tekstu oraz ilość liter w wierszu, rozmieszczenie rysunków itp. Posiadanie takiej sekwencji scen pozwala

prześledzić strukturę logiczną programu i ułatwia analizę wszystkich możliwych wariantów jego przebiegu (rozgałęzienia).

Na etapie tworzenia scenariusza nie wystarcza już zwykle wiedza nauczyciela – autora pomysłu. Opracowanie scenariusza wymaga bowiem dobrej orientacji w możliwościach technicznych komputera, a także znajomości aspektów psychologicznych kontaktu ucznia z komputerem, wiedzy z zakresu plastyki, muzyki itp. Scenariusz powstaje przeto przy ciągłej współpracy specjalistów z różnych dziedzin, dzięki czemu wszyscy zaangażowani mogą dobrze zrozumieć przebieg programu i doskonalić go na bieżąco. Nawiązywanie ze specjalistami współpracy wówczas, gdy scenariusz jest gotowy, stawiałoby ich przed faktem dokonanym i znacznie utrudniłoby wprowadzanie poprawek.

Scenariusz, jako wierną kopię przyszłego programu, poddaje się wieloaspektowanej ocenie. Wnoszenie wszelkich poprawek jest o wiele łatwiejsze teraz, niż wówczas, gdy scenariusz będzie zapisany w kodzie komputerowym. Zwraca się na przykład uwagę, czy program jest możliwie prosty i uniwersalny w użyciu. Należy unikać przeładowywania go treścią, pamiętając o tym, że to nie komputer ma przejąć prowadzenie lekcji; ma on być tylko narzędziem wspomagającym pracę nauczyciela.

Ze szczególną starannością należy zaprojektować dialog z użytkownikiem; nie widzi on bowiem wnętrza programu, nie zna zastosowanych algorytmów i często warstwa dialogowa stanowi dla niego podstawę oceny jakości programu. Warto zapamiętać, że dialog z użytkownikiem jest wizytówką każdego – nie tylko edukacyjnego – programu komputerowego. Niewygodny lub, co gorsza, zawierający usterki redakcyjne dialog może zniweczyć trud osób przygotowujących KPD.

Warto również pozostawić nauczycielowi możliwość modyfikowania działania programu poprzez wprowadzanie własnych przykładów, zmiany stopnia trudności zadań, zakresu przekazywanych treści itp. Program zbyt

sztywno narzucający akcję będzie na pewno mniej przydatny, wobec zróżnicowania potrzeb w konkretnych sytuacjach dydaktycznych.

Częstym błędem jest sprowadzanie ucznia do roli biernego obserwatora ekranu. Aby tego uniknąć, określa się treści, które uczeń powinien opanować samodzielnie lub pod kierunkiem nauczyciela i celowo nie umieszcza się ich w programie, zmuszając go w ten sposób do aktywności.

Podczas całego procesu projektowania programu nie wolno zapominać, że celem ostatecznym jest nie program, lecz uczeń korzystający z niego. Dobrze skonstruowany KPD powinien stymulować aktywność ucznia i zmuszać go do przejścia wiodącej roli w dialogu z komputerem.

Implementacja polega na zapisaniu scenariusza w wybranym języku programowania. Na tym etapie działa zatem głównie informatyk, znający możliwości i ograniczenia komputera danego typu oraz metody osiągania zamierzonych efektów. Trzeba wyraźnie zaznaczyć, że umiejętności nauczyciela (który jest najczęściej autorem pomysłu) w zakresie programowania zazwyczaj nie są, i nie muszą być, wystarczające do napisania profesjonalnego kodu komputerowego. O ile pedagogiczna wiedza i doświadczenie nauczyciela były niezbędne na poprzednich etapach, teraz konieczna jest wiedza i praktyka zawodowego programisty, lub lepiej, informatyka.

W oparciu o scenariusz informatyk zapisuje obrazy i ich powiązania w wybranym języku programowania. Programista może decydować jedynie o wyborze technik programowania, nie wolno mu jednak samowolnie zmieniać scenariusza programu ani nawet poszczególnych kadrów mających ukazać się na ekranie. Wszelkie wątpliwości dotyczące realizacji scenariusza programista musi skonsultować z jego autorami.

W procesie tworzenia KPD informatyk pełni funkcją typowo usługową: realizuje dokładnie koncepcję autora scenariusza. Jest zatem rzeczą bardzo ważną, aby przekazany do implementacji scenariusz był przejrzysty, zrozu-

miały i dopracowany w szczegółach. Gotowy KPD poddawany jest dwustopniowemu testowaniu:

- od strony informatycznej,
- od strony pedagogicznej.

Celem testowania informatycznego jest wykrycie ewentualnych błędów w działaniu programu komputerowego³. Powinno ono być wykonywane przez osobę inną niż autor programu. Wynika to z faktu, że testowanie ma w swej istocie charakter destruktywny, sprzeczny z interesem programisty. Sukcesem jest znalezienie błędu i doprowadzenie do załamania programu. Pełne przetestowanie programu, z uwagi na bardzo dużą liczbę istniejących kombinacji zestawów danych wejściowych, nie jest zwykle możliwe. Ogranicza się ono zatem do najbardziej reprezentatywnych, a także wyjątkowych przypadków. Z tego też względu pozytywny wynik testowania nie jest dowodem całkowitej poprawności programu. Uprawnia on jedynie do sformułowania ostrożnego sądu, że – jak dotychczas – w badanym programie nie znaleziono błędu.

3. KRYTERIA OCENY

KOMPUTEROWYCH PROGRAMÓW DYDAKTYCZNYCH

Oczyszczony z błędów “informatycznych” KPD testuje się następnie w warunkach, dla jakich jest przeznaczony, tj. podczas lekcji z udziałem nauczyciela i uczniów. Celem tego testowania jest wykrycie ewentualnych niedociągnięć utrudniających stosowanie programu w procesie dydaktycznym.

³ G.J. Myers: *Projektowanie niezawodnego oprogramowania*. Warszawa 1980, WNT, s. 161.

Testowanie KPD przeprowadza się w oparciu o podane niżej kryteria. Ich znajomość jest niezbędna każdemu nauczycielowi pragnącemu stosować mikrokomputer w procesie edukacyjnym. Nauczyciel musi być bowiem przygotowany do roli świadomego odbiorcy oprogramowania, tzn. musi umieć dokonać wyboru najwartościowszych programów spośród dostępnych w danym czasie.

Podstawowymi kryteriami, łatwymi do stosowania, a jednocześnie silnie rozstrzygającymi o przydatności konkretnego programu w procesie dydaktycznym, są dwa kryteria ogólne, które sformułujemy w formie pytań:

– czy badany KPD wykorzystuje specyficzne cechy mikrokomputera, a w szczególności możliwość pracy dialogowej?

– czy program jest chętnie stosowany przez uczniów i nauczycieli?

Negatywna odpowiedź na dowolne z tych pytań dyskwalifikuje analizowany program dydaktyczny.

Dobry KPD powinien wykorzystywać specyficzne cechy komputera odróżniające go od innych technicznych środków nauczania i tradycyjnego podręcznika.

O atrakcyjności mikrokomputera w procesie dydaktycznym decyduje przede wszystkim możliwość pracy dialogowej. Dzięki niej komputer aktywizuje ucznia, nie pozwalając mu na bierność.

Często popełnianym błędem jest przepisywanie do pamięci komputera fragmentów podręczników i zapoznavanie uczniów z ich treścią za pośrednictwem ekranu monitora komputerowego. Programy takie nie zasługują na miano KPD, gdyż nie wykorzystują wymienionych wyżej cech komputera, który służy w nich wyłącznie do “przewracania kartek”. Niewątpliwie tańsze, a przede wszystkim zdrowsze dla oczu ucznia jest korzystanie z tradycyjnej książki⁴.

⁴ B. Gralewski, J. Morbitzer: op. cit., s. 173.

Komputerowe programy dydaktyczne powinny łatwo pozwolić się zintegrować z realizowanym programem nauczania, a nauczyciel musi być przekonany o korzyściach płynących ze stosowania oprogramowania, mieć wiarę w wartość konkretnych programów. Oprogramowanie dydaktyczne powinno być adekwatne do rodzaju prowadzonej lekcji, a jego zawartość edukacyjna zgodna z głównym kierunkiem nauczania. Ponadto KPD musi pomagać uczniom w procesie uczenia się, tj. w nabywaniu umiejętności wymaganych przez program nauczania⁵

Oprócz przedstawionych powyżej dwóch kryteriów ogólnych przy ocenie dowolnego KPD należy kierować się trzema grupami kryteriów szczegółowych, do których zaliczamy:

- kryterium merytoryczne,
- kryterium metodyczne,
- kryterium psychologiczne⁶.

W ramach kryterium merytorycznego należy zbadać poprawność przekazywanych treści. KPD musi prezentować treści zgodne z obowiązującym stanem wiedzy, z zachowaniem pełnej poprawności językowej. Ponadto treści te muszą być zgodne z programem nauczania przedmiotu, dla którego KPD jest przeznaczony

Kryterium metodyczne dotyczy analizy scenariusza (właściwego podziału materiału na sceny), szaty graficznej (rozmieszczenie tekstów na ekranie, dobór kroju czcionki, koloru, wyróżnień wybranych fragmentów tekstu, jakości rysunków, animacji) i dźwiękowej, łatwości obsługi programu oraz dostosowania stopnia trudności programu do psychofizycznych możliwości

⁵ G.L. Baron: op. cit., s. 25.

⁶ A. Szewczyk: *Kryteria klasyfikacji i oceny komputerowych programów dydaktycznych*. [W:] *Systemy telewizji dydaktycznej w edukacji nauczycieli*. Pod red. Z. Żubera. Zielona Góra 1988.

uczniów. W przypadku, gdy program zawiera elementy kontroli, należy zbadać trafność wystawianych ocen cząstkowych i oceny końcowej.

Kryterium psychologiczne związane jest głównie z warstwą komunikacyjną, dotyczącą kontaktu użytkownika z komputerem. W ramach tego kryterium należy zbadać, czy program:

- rozbudza i podtrzymuje zainteresowanie ucznia,
- nie zawiera elementów rozpraszających (graficznych, dźwiękowych lub zbyt skomplikowanego mechanizmu sterowania przebiegiem programu),
- pozwala na indywidualizację tempa pracy,
- we właściwy sposób reaguje na sukcesy (tzw. wzmocnienie pozytywne w postaci zachęcającego komunikatu czy rysunku oraz przyjemnego sygnału akustycznego) i porażki ucznia (tzw. wzmocnienie negatywne w postaci komunikatu o błędzie i sygnału akustycznego nie budzącego przyjemnych skojarzeń).

Jeżeli testowany program nie spełnia, choćby częściowo, któregokolwiek z wymienionych kryteriów szczegółowych, zachodzi konieczność jego modyfikacji.

Niezbędnych poprawek dokonuje się poprzez zmiany w scenariuszu programu i po kolejnej analizie przekazuje się je programiście w celu przeniesienia do programu komputerowego. Następnie ponownie przeprowadza się testowanie i wprowadza ewentualnie kolejne poprawki, aż do uzyskania produktu wystarczająco wysokiej jakości.

Etap testowania i modyfikacji jest stosunkowo czasochłonny i trudny, ale nie należy żałować czasu i wysiłku na jego pełne przeprowadzenie. Błędy w programach dyskwalifikują zupełnie ich użyteczność w procesie dydaktycznym.

Na podstawie streszczenia i scenariusza programu oraz doświadczeń z prób opracowuje się instrukcję metodyczno-użytkową dla przyszłych użytkowników. Powinna ona zawierać możliwie pełny opis programu za-

równy od strony przekazywanych treści, jak i sposobu i miejsca jego wykorzystania w procesie kształcenia.

4. UWAGI PRAKTYCZNE

Tworzenie komputerowego programu dydaktycznego jest działaniem wymagającym łączenia wiedzy i doświadczeń z tak różnych dziedzin, jak pedagogika informatyka, psychologia czy plastyka. Zmniejsza to znacznie szansę napisania dobrego programu przez pojedynczą osobę. Programy opracowane przez nauczycieli-hobbystów niosą dobre pomysły i treści, lecz ich realizacja pozostawia zwykle wiele do życzenia. Programy tworzone przez uczniów, często bardzo dobrych programistów, działają szybko i są efektywne (dobra grafika i dźwięk). Zazwyczaj jednak posiadają wiele niedociągnięć od strony metodycznej, a czasem i merytorycznej, co powoduje ich nieprzydatność w procesie dydaktycznym.

Optymalną drogą, dającą gwarancję powstania produktu spełniającego wszystkie wymagania stawiane dobrej pomocy dydaktycznej, wydaje się być współpraca zespołu specjalistów: nauczyciela przedmiotu, metodyka, psychologa, informatyka, grafika, muzyka, na zasadzie wyraźnego podziału ról i kompetencji na poszczególnych etapach tworzenia programu.

W praktyce – dotyczy to także uwarunkowań polskiego szkolnictwa – trudno jest skompletować tak liczny zespół fachowców. Realny jest natomiast układ: nauczyciel – uczeń lub nauczyciel – grupa uczniów. Uczniowie pełnią zwykle rolę programistów, nauczyciel zaś nadzoruje cały proces tworzenia programu, dba o spełnienie przytoczonych wcześniej kryteriów oceny.

Opracowywanie dobrych programów komputerowych, w tym także programów dydaktycznych, nie jest rzemiosłem – jest sztuką. Nie można

zatem krępować twórców oprogramowania żadnymi sztywnymi wskazówkami postępowania. Pamiętając jednak, że programy dydaktyczne pisane są dla uczniów, ich autorzy powinni zadbać o spełnienie następujących postulatów:

- poprawność merytoryczna,
- atrakcyjna forma,
- wykorzystanie specyficznych cech mikrokomputera,
- prostota obsługi programu (technika menu, udzielanie niezbędnych wyjaśnień, dobry dialog z użytkownikiem),
- zabezpieczenie programu przed błędami użytkownika, w szczególności przed przypadkowym przerwaniem i skasowaniem,
- możliwość regulacji przez użytkownika tempa i sposobu biegu programu (indywidualizacja tempa i treści nauczania),
- możliwość repetycji dowolnego fragmentu programu⁷.

Spełnienie tych postulatów jest zgodne z obowiązującą obecnie tendencją “humanizacji” komputerów, tj. procesem polegającym na budowie systemów komputerowych (sprzętu oraz oprogramowania) maksymalnie dostosowanych do potrzeb, możliwości psychofizycznych i oczekiwań użytkownika. W szczególności w warstwie oprogramowania chodzi o tworzenie programów “przyjaznych” i odpornych na błędy użytkownika.

Komputerowe programy dydaktyczne mogą służyć do wspomagania procesu nauczania zarówno w zakresie przedmiotów ścisłych, jak i humanistycznych, takich jak historia czy geografia. Mogą one także być pomocne w nauczaniu języków obcych, ale jedynie na poziomie podstawowym i głównie w warstwie języka pisanego (gramatyka, słownictwo, rozumienie tekstów). Jak dotąd tylko w bardzo niewielkim stopniu kształcą one umiejętność wypowiadania się w danym języku, co znacznie zmniejsza ich atrakcyjność.

⁷ B. Gralewski, J. Morbitzer: op. cit., s. 178.

Komputerowe programy dydaktyczne wykorzystując możliwość pracy dialogowej z mikrokomputerem powinny aktywizować ucznia. Koncepcja tych programów winna zapewniać nauczanie głównie przez rozwiązywanie problemów (odkrywanie) i działanie praktyczne, przy całkowitym zerwaniu z metodami podającymi i tzw. dydaktyką pamięci.

Szczególnie silnie aktywizującą rolę spełniają gry dydaktyczne, gry decyzyjne i programy symulacyjne. Wprowadzając element współzawodnictwa (między uczestnikami gry lub z komputerem) angażują one uczniów emocjonalnie⁸

Gry decyzyjne uczą racjonalnego gospodarowania zasobami oraz podejmowania trafnych decyzji: ekonomicznych, społecznych, ekologicznych itp.

Podstawową zaletą programów symulacyjnych zaś jest umożliwienie uczniowi wcielenia się w rolę badacza, co stanowi istotę nauczania problemowego. Programy symulacyjne umożliwiają bezpieczne i tanie eksperymentowanie oraz – co najważniejsze – samodzielne poszukiwanie odpowiedzi na pytanie: “co by było, gdyby...?” Zmieniając w pewnym zakresie parametry symulowanego procesu i obserwując uzyskiwane rezultaty, uczeń może sam formułować hipotezy i wnioski dotyczące badanego wycinka rzeczywistości. Uzyskana w ten sposób wiedza jest głębsza i trwalsza niż wiedza przekazana metodami podającymi. Jest ona wynikiem własnych dociekań ucznia, jego aktywnej postawy. Nie sposób pominąć także satysfakcji z samodzielnego odkrywania nieznanych mu dotychczas reguł, praw, związków czy zależności.

Błędem metodycznym jest nadużywanie komputera i włączanie go do procesu dydaktycznego jedynie w celu stworzenia pozorów nowoczesności. Symulacja komputerowa nie może zastępować tych doświadczeń fizycznych

⁸ J. Morbitzer: *Programy komputerowe do wspomaganie lekcji*. [W:] *Poradnik metodyczny dla nauczycieli przysposobienia obronnego*. Praca zbiorowa pod red. R.W. Wrońskiego. Warszawa 1990, CDN im. Wł. Spasowskiego, s. 308.

czy chemicznych, które są łatwe do przeprowadzenia w warunkach szkolnych. Każdy nauczyciel powinien bowiem dążyć do jak najbardziej aktywnego udziału uczniów w procesie zdobywania wiedzy, pamiętając o maksymie twórców angielskiego programu nauczania fizyki z 1971 roku:

- “ – *Hear, and forget,*
- *See, and remember,*
- *Do, and understand*”⁹

⁹ J. Dunin-Borkowski: *O budowaniu wiedzy z "klocków"*. [W:] *Technologia kształcenia – kryzys czy rozwój. Tezy wystąpień*. Seminarium naukowe. Poznań 1991, UAM.

IV. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ MIKROKOMPUTERÓW W PROCESIE DYDAKTYCZNYM

Poprzednie rozdziały poświęciliśmy teoretycznym rozważaniom na temat edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów. Wiemy już, że mikrokomputer pełniąc w procesie kształcenia rolę wspomagającą znajduje zastosowanie zarówno w przekazywaniu, jak i w kontroli wiedzy. Obecnie przedstawimy trzy wybrane rozwiązania praktyczne:

- scenariusz prostego programu do kształtowania umiejętności poczucia czasu i oceny odległości,
- symulację komputerową,
- adaptacyjny mikrokomputerowy system kontroli wiedzy.

Zaprezentowane zostaną jedynie pewne ramy, podstawowe idee pozwalające na łatwą implementację opisanych rozwiązań. Przedstawienie gotowych programów byłoby, według autora, z kilku powodów, niecelowe. Po pierwsze, różnorodność sprzętu znajdującego się w polskich szkołach i uczelniach nie pozwala na znalezienie satysfakcjonującego wszystkich złotego środka. Po wtóre, gotowy program oznacza narzucenie pewnego konkretnego języka programowania. Wreszcie, przepisywanie gotowych programów pozbawia możliwości samodzielnego opracowywania algo-

rytmów, eliminuje dającą najwięcej satysfakcji pracę intelektualną i twórczą, a ponadto często jest źródłem wielu błędów.

Zaprezentowane idee powinny stanowić inspirację do własnych przemyśleń, poszukiwań i wdrożeń. Liczba możliwych do opracowania komputerowych programów dydaktycznych jest nieograniczona. Szczególnie cenne są pomysły związane z programami wspomagającymi nauczanie przedmiotów humanistycznych, takich jak historia, język ojczysty, języki obce i nauki społeczne.

W zakresie przedmiotów ścisłych klasyką są programy sporządzające wykresy funkcji, rozwiązujące równania liniowe, kwadratowe i układy równań czy też obliczające przybliżoną wartość całki w zadanym przedziale. Nie warto wywierać otwartych drzwi. Celowe natomiast jest poszukiwanie rozwiązań nowych i oryginalnych, tym bardziej, że obecnie programy nauczania na wszystkich szczeblach szkolnictwa są poddawane gruntownej modernizacji.

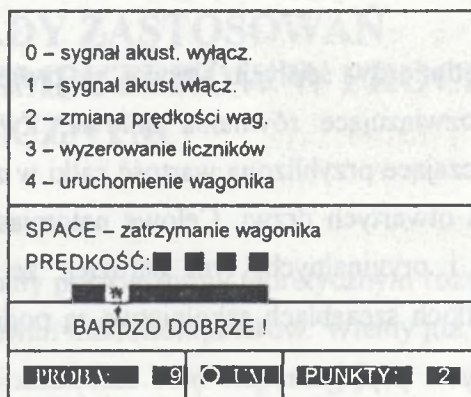
1. SCENARIUSZ WYBRANEGO PROGRAMU DYDAKTYCZNEGO

Przedstawiony tutaj scenariusz zaprezentowany został przez amerykańskiego profesora Roberta Taylora w Warszawie w marcu 1990 r. podczas seminarium dla nauczycieli zajmujących się zagadnieniami komputeryzacji edukacji. Program ten o nazwie ESTYMTIME (estymacja czasu) służy do kształtowania umiejętności poczucia czasu i oceny odległości.

Idea programu zawarta jest w jednym dynamicznym kadrze. Na ekranie, oprócz objaśnień, pojawia się rysunek lokomotywy stojącej w pewnej odległości od tunelu.

Poprzez naciśnięcie wybranego klawisza uczeń uruchamia lokomotywę, która wjeżdża do tunelu stając się niewidoczną. Zadaniem ucznia jest

zatrzymanie lokomotywy w momencie, gdy znajduje się ona dokładnie nad pokazaną na ekranie strzałką. Położenie strzałki ustalane jest w sposób losowy. Uczeń ma możliwość zmiany prędkości lokomotywy oraz włączania i wyłączania sygnału akustycznego towarzyszącej poruszającej się lokomotywie. Przykładowy wygląd ekranu w trakcie realizacji programu ESTYMTIME przedstawia rys. 5.



Rys. 5. Przykładowy wygląd ekranu w trakcie wykonywania programu ESTYMTIME

Program ESTYMTIME jest bardzo łatwy do zaimplementowania na dowolnym, nawet najprostszym mikrokomputerze. Idea programu, aczkolwiek prosta, jest jednocześnie interesująca. Mikrokomputer został tu wykorzystany właściwie. Poczucie czasu i ocena odległości to umiejętności, których nie można wyćwiczyć werbalnie czy też korzystając z podręcznika. Program ten może być stosowany w młodszych klasach szkoły podstawowej bądź jako program autonomiczny, bądź też – lepiej – jako fragment większej całości. Wprowadzenie opcji zerowania liczby zdobytych punktów stwarza element rywalizacji, podnosząc atrakcyjność programu dla uczniów.

2. SYMULACJA KOMPUTEROWA

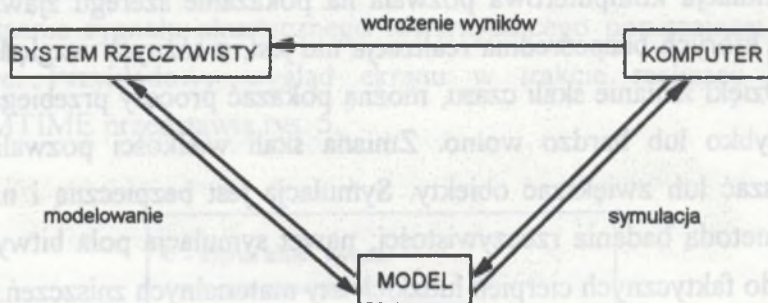
Symulacja komputerowa pozwala na pokazanie szeregu zjawisk i procesów, których bezpośrednia realizacja nie jest, z różnych względów, możliwa. Dzięki zmianie skali czasu, można pokazać procesy przebiegające bardzo szybko lub bardzo wolno. Zmiana skali wielkości pozwala z kolei zmniejszać lub zwiększać obiekty. Symulacja jest bezpieczną i niedestrukcyjną metodą badania rzeczywistości; nawet symulacja pola bitwy nie prowadzi do faktycznych cierpień ludzkich czy materialnych zniszczeń. Niekiedy symulacja jest praktycznie jedyną drogą zbadania przyszłych skutków możliwych do podjęcia decyzji. Z taką sytuacją mamy do czynienia w przypadku systemów ekonomicznych i społecznych, gdzie zmiany dotyczą dużych grup ludności i nie powinny być podejmowane bez uprzedniej analizy. Symulacja komputerowa zapewnia powtarzalność eksperymentów, co przy badaniu rzeczywistego obiektu jest niekiedy niemożliwe, szczególnie wówczas, gdy samo badanie wiąże się ze zniszczeniem lub zmianą struktury obiektu. Wreszcie symulacja pozwala na kreowanie warunków trudnych lub wręcz niemożliwych do uzyskania w rzeczywistości (np. zmiana siły grawitacji, uzyskiwanie ekstremalnych ciśnień, temperatur, próżni itp.).

Termin symulacja pochodzi od łacińskich słów "simulatio" – udawanie oraz "similis" – podobny¹. Zastanówmy się zatem o jakie udawanie chodzi i co do czego ma być podobne. Istotę symulacji komputerowej wyjaśnimy w oparciu o rys. 6.

System rzeczywisty to interesujący nas, będący przedmiotem poznania, fragment rzeczywistości. Na podstawie obserwacji i wiedzy o systemie

¹ W. Kopaliński: *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*. Warszawa 1972, Wiedza Powszechna, s. 729.

rzeczywistym tworzy się jego matematyczny opis, czyli model. Proces tworzenia modelu nazywamy modelowaniem².



Rys.6. Istota symulacji komputerowej

U podstaw modelu leży jego podobieństwo do systemu rzeczywistego. Model powinien stanowić możliwie wierne jego odzwierciedlenie. Ze względu jednak na olbrzymią złożoność rzeczywistości zawiera on zwykle cały szereg uproszczeń. Należy również pamiętać, że wyodrębnienie systemu rzeczywistego spośród całej otaczającej go rzeczywistości stanowi samo w sobie pewne uproszczenie i zniekształcenie. Każdy obiekt jest bowiem powiązany wieloma połączeniami z otoczeniem, a nawet najlepszy model nie jest w stanie tych połączeń w pełni odzwierciedlić³.

Przełożony na język programowania model jest umieszczany w pamięci komputera. Teraz można przystąpić do badania modelu. To pośrednie badanie rzeczywistości – gdyż, jak pamiętamy, model odzwierciedla system rzeczywisty – nazywamy symulacją. Symulacja polega więc na naśladowaniu procesu lub obiektu tak, by jak najlepiej “udawać” rzeczywistość.

² B. Zeigler: *Teoria modelowania i symulacji*. Warszawa 1984, PWN, s. 24.

³ R. Tadeusiewicz: *W stronę uśmiechniętych maszyn*. Warszawa 1989. Wydawnictwo “Alfa”, s. 19.

Symulacja komputerowa dostarcza badaczowi pewnych wyników. Ich zgodność z wynikami obserwowanymi w systemie rzeczywistym świadczy o poprawności modelu⁴. W przypadku rozbieżności należy dokonać weryfikacji modelu. Niekiedy błędne zachowanie się modelu wynika np. z błędów w programie czy też z przyjęcia niewłaściwych współczynników. Nieprawidłowe działanie modelu może być jednak wynikiem zbyt małej wiedzy o modelowanym obiekcie; wówczas konieczna jest ponowna obserwacja i analiza systemu rzeczywistego, zbudowanie nowego modelu i powtórzenie symulacji.

Symulacja może być prowadzona w celach czysto poznawczych (np. problemy astronomiczne) lub też praktycznych, związanych z wyborem wariantu optymalnego. Klasycznym przykładem może tu być symulacyjne badanie rozwoju gospodarczego regionu lub kraju. Najlepsze rozwiązanie zostanie wdrożone w praktyce, tak więc wyniki symulacji kształtują tu system rzeczywisty. Wprowadzone zmiany muszą być oczywiście uwzględnione w nowym modelu przy kolejnych badaniach symulacyjnych.

Wartość edukacyjna symulacji komputerowej polega na daniu uczniowi możliwości eksperymentowania, na postawieniu go w roli badacza poszukującego odpowiedzi na pytanie "co by było, gdyby ...?"⁵.

Jak już wspomniano, dzięki symulacji można łatwo osiągnąć trudne lub nawet niemożliwe do uzyskania w rzeczywistości warunki. Łatwość realizacji symulacji komputerowej powoduje niekiedy, że zastępuje ona prawdziwy eksperyment, możliwy do przeprowadzenia podczas lekcji. Jest to sytuacja dydaktycznie szkodliwa.

⁴ J. Morbitzer: *Udawanie rzeczywistości*. "Informatyka, Komputery, Systemy" 1987, nr 3, s. 18.

⁵ J. Morbitzer: *Programy komputerowe do wspomagania lekcji*. [W:] *Poradnik metodyczny dla nauczycieli przysposobienia obronnego*. Pod red. R.W. Wrońskiego. Warszawa 1990, CDN im. Wł. Spasowskiego, s. 308.

Niewielkie walory edukacyjne posiada również symulacja ilustracyjna, przedstawiająca tylko przebieg jakiegoś zjawiska, bez możliwości wpływania na jego przebieg⁶. Wartość takiej symulacji sprowadza się do dostarczania uczniom wyobrażenia o wyglądzie, wymiarach i proporcjach symulowanego obiektu lub procesu. Najcenniejsze są takie programy symulacyjne, które pobudzają aktywność intelektualną uczniów. Należą do nich m.in. gry decyzyjne stosowane w kształceniu ekonomicznym i menadżerskim, symulatory lotów, symulatory obsługi elektrowni atomowych itp.

Na zakończenie podrozdziału, w którym w sposób skrótowy przedstawione zostało zagadnienie symulacji komputerowej, naszkicujemy idee programu symulującego procesy demograficzne⁷.

Żałóśmy, że w pewnym małym społeczeństwie jest następująca struktura ludności (tabela 1):

Tabela 1

Początkowa struktura ludności

Grupa	Wiek	Liczba osób
A	0–19	4000
B	20–39	3600
C	40–59	3100
D	60 i więcej	2450

Dynamika rozwoju społeczeństwa polega na zmianach liczby ludności w czasie, wynikających z narodzin i zgonów

⁶ J. Dunin-Borkowski: *Wartość edukacyjna symulacji komputerowej*. [W:] *Informatyka w szkole. IV Krajowa Konferencja. Wykłady*. Wałbrzych 28 – 30.09.1988, s. 29.

⁷ [Przykład zaczerpnięty z:] D.R. Green: *Operative Research 3 – Simulation*. "Computer Education" 1977, nr 27, s. 2 – 3.

Przyjmijmy, że wskaźniki śmiertelności (WS) i reprodukcji (WR) w okresach dwudziestoletnich dla każdej z grup wynoszą:

Tabela 2

Wskaźniki śmiertelności i reprodukcji

Grupa	Wiek	WS(%)	WR(%)
A	0–19	5	31
B	20–39	12	62
C	40–59	18	3
D	60 i więcej	80	1

Na podstawie znajomości takiego systemu rzeczywistego łatwo można skonstruować model matematyczny. Model ten opisuje w postaci czterech równań liczbę ludności w poszczególnych grupach w kolejnych okresach czasu (cyklach) $n=1,2,3\dots N$. Przyjmijmy, że czas trwania jednego cyklu wynosi 20 lat. Równania 1 – 4 tworzą matematyczny model systemu.

$$(1) A_{n+1} = 0,31 * A_n + 0,62 * B_n + 0,03 * C_n + 0,01 * D_n$$

(liczba narodzin, czyli liczba osób, które w następnym cyklu zasila grupę A)

$$(2) B_{n+1} = 0,95 * A_n$$

(95% populacji z grupy A przeżywa i przechodzi do grupy B),

$$(3) C_{n+1} = 0,88 * B_n$$

(88% populacji z grupy B przeżywa i przechodzi do grupy C),

$$(4) D_{n+1} = 0,82 * C_n + 0,2 * D_n$$

(82% populacji z grupy C przeżywa i przechodzi do grupy D, ponadto 20% populacji z grupy D przeżywa do następnego cyklu, tzn. osiąga wiek 80 lat lub więcej).

Warunki początkowe (cykl) $n=0$ są następujące:

$$A_0 = 4000 \quad B_0 = 3600 \quad C_0 = 3100 \quad D_0 = 2450$$

Powyższy model zawiera szereg uproszczeń. Całkowicie pominięto zjawisko emigracji i imigracji oraz wpływ różnych czynników losowych, jak np. wojny, klęski ekologiczne, epidemie itp. Jest to tzw. model deterministyczny. Jego determinizm polega na tym, że prawa rozwoju społeczeństwa opisane są ścisłymi wzorami matematycznymi, bez zmiennych losowych.

Dla przyjętych parametrów liczba mieszkańców we wszystkich grupach ciągle maleje, co prowadzi do wymarcia społeczeństwa. Celem symulacji może być zatem taki dobór wskaźników reprodukcji i śmiertelności w poszczególnych grupach wiekowych, który pozwoli na ustabilizowanie ogólnej liczby mieszkańców badanego mikrospołeczeństwa w zadanym horyzoncie czasowym.

Przedstawiony model jest łatwy do zaimplementowania na dowolnym mikrokomputerze. W celu zwiększenia atrakcyjności programu warto zrealizować graficzną prezentację wyników symulacji w postaci histogramów.

3. ADAPTACYJNA KONTROLA WIEDZY

Ze względu na swoje cechy (głównie: możliwość pracy dialogowej, duża pamięć i szybkość obliczeń) mikrokomputer dobrze nadaje się do wspomagania zarówno procesu nauczania, jak i kontroli wiedzy.

Atrakcyjność przedstawionego dalej rozwiązania polega na tym, że umożliwia ono zarówno przygotowanie procesu kontroli (opracowanie pytań, określenie sposobu przeprowadzenia egzaminu, założenie banku da-

nych o egzaminowanych studentach), jak też jego adaptacyjną realizację oraz kompleksową obróbkę wyników tego procesu.

Spośród wielu różnych określeń i definicji przyjmijmy, że kontrola to zespół czynności wykonywanych przez nauczyciela lub maszynę egzaminacyjną, zmierzających do określenia stopnia realizacji celów dydaktycznych oraz poziomu wiedzy poszczególnych uczniów lub studentów.

Jak wynika z przedstawionych w rozdziale drugim rozważań, kontrola wiedzy dostarcza nauczycielowi informacji o bieżącym stopniu realizacji celów kształcenia, stanowiąc podstawę sterowania procesem dydaktycznym⁸. Dla studentów zaś kontrola jest źródłem poznania efektów własnej pracy, czynnikiem wspierającym gotowość do systematycznego zdobywania wiedzy, a także wstępem do samokontroli i samooceny.

Dla przeprowadzenia procesu kontroli niezbędne jest jednocześnie wystąpienie trzech elementów, stanowiących odpowiedź na pytania:

- KOGO EGZAMINUJEMY? (studenci);
- Z JAKIEGO MATERIAŁU? (treść pytań);
- W JAKI SPOSÓB? (sposób egzaminowania, strategia egzaminacyjna)⁹.

W dalszej części tego podrozdziału przedstawimy ideę wykorzystania mikrokomputera do przeprowadzenia adaptacyjnej kontroli wiedzy. Przez adaptację należy tu rozumieć możliwość przystosowania czynności dydaktycznych komputera do:

- poziomu wiadomości, umiejętności i nawyków,
- indywidualnych właściwości umysłowych i psychofizycznych poszczególnych studentów,
- samego przebiegu procesu kontroli

⁸ B. Gliwa: *Sterowanie kontrolą pedagogiczną a wyniki nauczania*. Warszawa 1978, WSiP, s. 83.

⁹ J. Morbitzer: *Adaptacyjny mikrokomputerowy system kontroli wiedzy studentów*. Kraków 1992, Wydawnictwo Naukowe WSP, s. 61–62.

Adaptacyjny mikrokomputerowy system kontroli wiedzy (AMSK) składa się z trzech modułów:

- STUDENCI,
- ASYSTENT,
- KONTROLA¹⁰.

Zadaniem modułu STUDENCI jest utworzenie banku danych o wszystkich studentach należących do jednej grupy. Oprócz danych osobowych dla każdego studenta należy określić jego formalną charakterystykę, tzw. model studenta. Modele te pozwalają tak ich różnicować, by dla studenta lepszego egzamin rozpoczął się od pytań trudniejszych, a dla słabszego – od łatwiejszych. W ten sposób realizowana jest adaptacja w odniesieniu do poziomu wiadomości, umiejętności oraz indywidualnych własności studentów.

W AMSK przyjmujemy, że modelem jest trójka uporządkowana

$$M = \langle x_1, x_2, x_3 \rangle$$

gdzie: x_1 – zespół wiadomości (dotychczas uzyskane oceny z danego przedmiotu, dynamika postępów w nauce przedmiotu),

x_2 – zespół cech poznawczych (uzdolnienia w zakresie danego przedmiotu, zdolność rozumowania),

x_3 – zespół cech osobowości (odporność na stres egzaminacyjny).

Każdej z cech x_1, x_2, x_3 przypisuje się jedną z trzech wartości: 0, 1, 2, przy czym:

0 – oznacza, że dana cecha występuje w stopniu słabym,

1 – oznacza, że cecha występuje w stopniu średnim,

2 – oznacza, że cecha występuje w stopniu silnym.

Zgodnie z przyjętą notacją student najlepszy reprezentowany jest modelem $\langle 222 \rangle$, średni – $\langle 111 \rangle$, a najslabszy – $\langle 000 \rangle$. Możliwe są oczywiście wszystkie warianty pośrednie.

¹⁰ J. Morbitzer: op. cit., s. 80

W module ASYSTENT zakładany jest bank pytań i odpowiedzi oraz wybierana jest strategia, czyli sposób przeprowadzenia egzaminu. Ze względu na jednoznaczność rozwiązań i wynikającą stąd możliwość określenia jednoznacznych kryteriów oceny oraz łatwość automatycznego sprawdzania poprawności odpowiedzi kontrola przeprowadzana jest metodą testu jednokrotnego wyboru¹¹.

Przyjęta metoda determinuje formę opracowywania pytań. Dla każdego pytania nauczyciel podaje pięć wariantów odpowiedzi, z których jeden jest poprawny, a pozostałe błędne lub niepełne (są to tzw. dystraktory) oraz określa stopień trudności pytania.

Ponadto w module ASYSTENT nauczyciel buduje strategię przeprowadzenia egzaminu, wybierając jej elementy spośród gotowych, oferowanych przez system składowych. Przykładowymi elementami strategii są:

- zróżnicowanie odpowiedzi (poprawna/błędna lub poprawna/niepełna/błędna),
- dopuszczenie odpowiedzi “nie wiem”,
- określenie maksymalnej liczby pytań dla pojedynczego studenta.

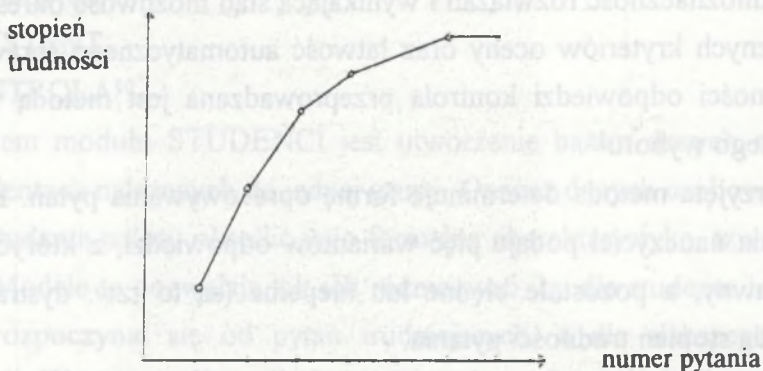
Egzamin przeprowadzany jest przez moduł KONTROLA w oparciu o dane z modułów STUDENCI i ASYSTENT. Stopień trudności pierwszego pytania zależy od modelu studenta. Stopnie trudności kolejnych pytań uzależnione są od jakości udzielanych odpowiedzi: po odpowiedzi poprawnej student otrzymuje pytanie trudniejsze, po błędnej – łatwiejsze.

Adaptacyjne działanie systemu oznacza indywidualizację procesu kontroli. Test budowany jest tu na poczekaniu, jako pewna sekwencja pytań zależna od modelu studenta i jakości udzielanych odpowiedzi. jest to tzw. testowanie sekwencyjne¹².

¹¹ Ibidem, s. 82.

¹² W.H. Angoff, E.M. Huddleston: *The Multilevel Experiment: A study of a Two – Level Test System for the College Board Scholastic TEST*. “Statistical Report” 1958, nr 2, ETS.

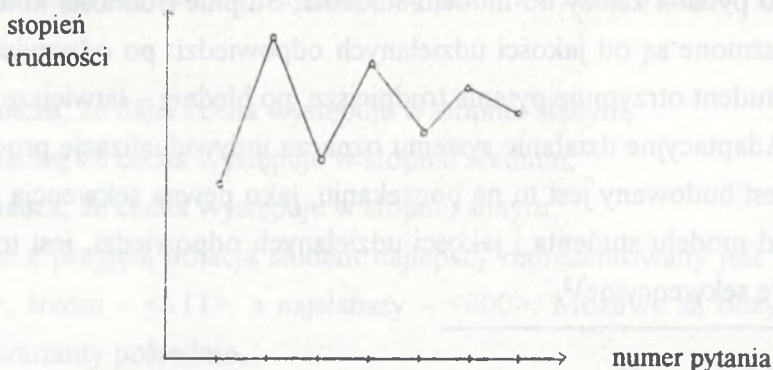
Przykładowe zmiany stopni trudności kolejnych pytań w zależności od jakości odpowiedzi pokazano na rys. 7 i 8.



Rys. 7. Zmiana stopnia trudności pytań przy wszystkich odpowiedziach poprawnych

Przedstawione tu w ogólnym zarysie moduły AMSK są silnie powiązane logicznie. Powiązania te polegają na tym, że:

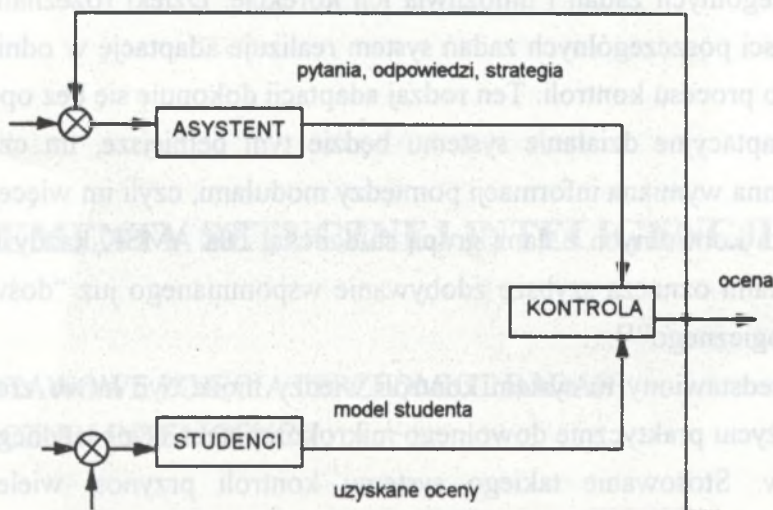
- dane wyprodukowane w modułach ASYSTENT i STUDENCI są danymi wejściowymi dla modułu KONTROLA,
- dane uzyskane w module KONTROLA przekazywane są do modułów ASYSTENT i STUDENCI w celu weryfikacji niektórych parametrów.



Rys. 8. Zmiana stopnia trudności pytań przy zróżnicowanych odpowiedziach

Więzi pomiędzy modułami przedstawia rys. 9.

% dobrych odpowiedzi na poszczególne pytania



Rys. 9. Powiązania logiczne między modułami AMSK

Dzięki istnieniu dwóch pętli sprzężenia zwrotnego system osiąga “doświadczenia pedagogiczne”.

Na podstawie uzyskanych ocen system otrzymuje informacje o studentach, umożliwiając weryfikację ich modeli. Dzięki pętli sprzężenia zwrotnego przekazującej oceny z modułu KONTROLA do modułu STUDENCI system realizuje adaptację w odniesieniu do poziomu wiadomości, umiejętności i nawyków poszczególnych studentów. Ten rodzaj adaptacji realizowany jest zawsze z opóźnieniem, polegającym na tym, że na podstawie danych uzyskanych w n -tym cyklu kontrolnym system wykazuje działanie adaptacyjne w następnym, $n+1$ -szym cyklu. W module KONTROLA rejestrowane są informacje dotyczące krotności postawienia poszczególnych pytań i liczby prawidłowych na nie odpowiedzi. Dane te przekazywane są drugą pętlą sprzężenia zwrotnego do modułu ASYSTENT. Opierając się na założeniu, że na pytania o wyższym stopniu trudności należy się spodziewać

statystycznie mniejszej liczby prawidłowych odpowiedzi niż na pytania o niższym stopniu trudności, system gromadzi informacje o skali trudności poszczególnych zadań i umożliwia ich korekcję. Dzięki rozeznaniu w skali trudności poszczególnych zadań system realizuje adaptację w odniesieniu do samego procesu kontroli. Ten rodzaj adaptacji dokonuje się bez opóźnienia.

Adaptacyjne działanie systemu będzie tym pełniejsze, im częstsza jest wzajemna wymiana informacji pomiędzy modułami, czyli im więcej odbędzie się cykli kontrolnych z daną grupą studencką. Dla AMSK każdy kontakt ze studentami oznacza szybsze zdobywanie wspomnianego już "doświadczenia pedagogicznego"¹³.

Przedstawiony tu system kontroli wiedzy może być łatwo zrealizowany przy użyciu praktycznie dowolnego mikrokomputera wyposażonego w stację dysków. Stosowanie takiego systemu kontroli przynosi wiele korzyści dydaktycznych, z których najważniejszymi są: znaczne skrócenie czasu trwania kontroli, dostarczanie nauczycielowi informacji o aktualnym stopniu realizacji celów kształcenia, zwiększenie obiektywności oceniania. Należy jednak pamiętać, że przyjęta testowa metoda kontroli pozwala na sprawdzenie wiedzy tylko na najniższych poziomach, tj. zapamiętania i zrozumienia. Przy pomocy AMSK nie można sprawdzać umiejętności zastosowania wiadomości w sytuacjach typowych ani – tym bardziej – problemowych. System ten może więc być traktowany wyłącznie jako metoda uzupełniająca, istniejąca obok takich metod, jak kontrola ustna, praca pisemna, referat, odczyt, praca projektowa czy obserwacja.

Duże nadzieje na opracowanie lepszych komputerowych systemów kontroli wiedzy należy wiązać ze sztuczną inteligencją, a w szczególności z rozwiązaniem problemu rozumienia przez maszynę języka naturalnego i z systemami doradczymi. Zagadnienia te przedstawiono w rozdziale piątym.

¹³ J. Morbitzer: op. cit., s. 8'

V. ELEMENTY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

1. PODSTAWOWE POJĘCIA I PRZEDMIOT BADAŃ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Termin “sztuczna inteligencja (ang.: artificial intelligence – AI) pojawił się w połowie lat pięćdziesiątych w związku z próbą nowych zastosowań komputerów do rozstrzygania problemów, których rozwiązywanie uznawane było wcześniej za wyłączną domenę człowieka. Termin ten definiowany jest niejednolicie przez różnych autorów. Trudno się temu dziwić, ponieważ również termin “inteligencja” w odniesieniu do organizmów żywych bywa rozmaicie rozumiany przez psychologów.

Przyjmijmy zatem, że inteligencja to zespół sprawności, głównie myślenia, umożliwiający rozwiązywanie nowych zadań, korzystanie z wiedzy i doświadczeń, przekształcanie warunków do swych potrzeb i dostosowanie się do nowych sytuacji.

Jeden z czołowych badaczy sztucznej inteligencji Marvin Minsky uważa, iż “o systemie można powiedzieć, opierając się na obserwacji jego zachowania, że jest inteligentny wtedy, gdy może adaptować się do nowych sytuacji, ma zdolność rozumowania, rozumienia relacji pomiędzy faktami, odkrywania znaczeń i rozpoznawania prawdy. Często oczekuje się też od

niego zdolności do uczenia się, to znaczy udoskonalania swojego działania w oparciu o przeszłe doświadczenia”¹.

M. Minsky definiuje sztuczną inteligencję jako

“naukę o maszynach realizujących zadania, które wymagają inteligencji wtedy, gdy są wykonywane przez człowieka”².

Ta ogólna definicja jest najczęściej przyjmowanym określeniem sztucznej inteligencji. Proponowane przez innych badaczy definicje kładą nacisk na różnorodne aspekty AI i tak np. H. Tomashiro określając sztuczną inteligencję jako

“naukę komputerową polegającą na projektowaniu systemów inteligentnych, tzn. posługujących się rozumowaniem niealgorytmicznym, twórczym, czyli heurystycznym”³,

podkreśla rodzaj stosowanego rozumowania. Z kolei jeden z pionierów badań w zakresie AI, Edward A. Feigenbaum, definiuje ją jako

“dziedzinę informatyki dotyczącą metod i technik wnioskowania symbolicznego przez komputer oraz symbolicznej reprezentacji wiedzy stosowanej podczas takiego wnioskowania”⁴,

uwypuklając główne obszary zainteresowań AI.

W oparciu o przytoczone tu definicje do dalszych rozważań przyjmiemy, że sztuczna inteligencja to

“dziedzina badań nad inteligencją, zadaniem której jest komputerowa symulacja inteligentnego zachowania człowieka”.

¹ K. Gurba: *D.R. Hofstadter – filozof sztucznej inteligencji*. “Znak” 1986, nr 2 – 3.

² [Podaję za:] W. Cholewa, W. Pedrycz: *Systemy doradcze*. Skrypty Uczelniane nr 1447. Politechnika Śląska. Gliwice 1987, s. 10

³ Tomashiro H.: *Algorithmus, Heuristics and AI Modelling of Strategic Statecraft*. [W:] *Foreign Policy decision Making: Perception, Cognition and Artificial Intelligence*. NY 1984.

⁴ [Podaję za:] W. Cholewa, W. Pedrycz: op. cit., s. 10.

Z definicji tej wynikają główne kierunki badań sztucznej inteligencji. AI zajmuje się bowiem naśladowaniem ludzkich zdolności w zakresie:

- postrzegania (rozpoznawanie obrazów),
- komunikowania się (rozpoznawanie i synteza mowy, rozumienie języka naturalnego),
- rozwiązywania problemów (dowodzenie twierdzeń matematycznych; automatyczne programowanie; rozgrywanie gier – warcaby, kółko i krzyżyk itp.; uczenie się; systemy doradcze),
- ruchów motorycznych (robotyka).

Do chwili obecnej sztuczna inteligencja odniosła największe sukcesy w zakresie tworzenia systemów doradczych. Z tego też względu zagadnienie to omówimy szerzej w dalszej części niniejszego rozdziału.

W kontekście rozpatrywania zagadnień sztucznej inteligencji nieodparcie nasuwa się pytanie: czy komputery mogą myśleć?

W książce „Maszyny matematyczne i myślenie” pod redakcją E.A. Feigenbauma i J. Feldmana autorzy nie dają jednoznacznej odpowiedzi. Uważają, że należy przyjąć odpowiedź:

- negatywną, jeżeli zdefiniuje się myślenie jako działalność specjalnie i wyłącznie ludzką lub jeśli zakłada się, że w samej istocie myślenia jest coś niezgłębionego i mistycznego,
- pozytywną, jeśli przyjmuje się, że to zagadnienie należy rozstrzygnąć na drodze eksperymentu i obserwacji, porównując zachowanie się komputera z zachowaniem istot ludzkich, w odniesieniu do których termin „myślenie” ma powszechne zastosowanie⁵.

⁵ *Maszyny matematyczne i myślenie*. Pod red. E.A. Feigenbauma, J. Feldmana. Poznań 1972, PWN, s. 16.

Sławny angielski matematyk i logik A.M. Turing zaproponował rozstrzygnięcie problemu “maszynowego myślenia” na drodze eksperymentu, znanego w literaturze jako test Turinga⁶.

W teście Turinga prowadzony jest dialog człowieka z komputerem lub drugim człowiekiem. W celu uniemożliwienia identyfikacji wizualnej oraz głosowej uczestniczące w dialogu strony znajdują się w odrębnych pomieszczeniach i komunikują się wyłącznie przy pomocy dalekopisu. Tematyka prowadzonego dialogu może być dowolna. Jeżeli jedną ze stron dialogu jest komputer, a uczestniczący w nim człowiek nie potrafi rozstrzygnąć, czy jego partnerem w rozmowie jest inny człowiek czy też maszyna, A. Turing proponuje nazwać taką maszynę “inteligentną”.

Trzeba podkreślić, że “inteligentne” zachowanie maszyny można uzyskać wyłącznie dzięki wyposażeniu jej w przygotowany przez człowieka odpowiedni program. Aby dobrze naśladować zachowanie człowieka maszyna musi niekiedy zataić swoje prawdziwe możliwości i np. zwolnić działanie. Przykładowo niewątpliwie bliższe normalnej reakcji człowieka będzie zużycie około 30 sekund na wykonanie dodawania dwóch liczb sześciocyfrowych, niżli natychmiastowe podanie wyniku.

Test Turinga pozwala jedynie na behawioralne badanie inteligencji. Sugeruje on, że jeżeli coś zachowuje się jakby posiadało intelekt, to rzeczywiście ten intelekt posiada.

Aby odpowiedzieć na pytanie, czy komputery mogą myśleć, należy najpierw dokładnie określić, jak rozumiemy termin “myślenie”. Operowanie precyzyjną definicją jest bardzo istotne zważywszy, że myślenie może stanowić podstawowe kryterium przypisania maszynom cechy inteligencji. Niestety, również i w tej dziedzinie badacze nie są zgodni. Jedni twierdzą, że myślenie jest zaledwie manipulacją formalnymi symbolami, inni uważają, że

⁶ A. Turing: *Computing Machinery and Intelligence*. “Mind” 1950, vol. LIV, nr 230.

do myślenia niezbędne jest rozumienie sensu tych symboli. W związku z taką polaryzacją stanowisk amerykański profesor filozofii John R. Searle proponuje rozróżnienie tzw. silnej i słabej sztucznej inteligencji⁷.

Zwolennicy silnej AI utożsamiają myślenie z operowaniem formalnymi symbolami. Łatwo przypisują oni komputerom umiejętność myślenia, gdyż – jak wiadomo – komputery znakomicie nadają się do manipulowania symbolami. Uważają, że intelekt jest dla mózgu tym, czym program dla komputera. Pytanie, “czy maszyna może myśleć?” proponują zastąpić innym: “czy maszyna może uzyskać zdolność myślenia dzięki zaimplementowaniu w niej programu komputerowego?” i dają na nie odpowiedź twierdzącą. Dla zwolenników silnej AI test Turinga jest naukowym rozstrzygnięciem o inteligencji maszyny.

Bardziej wyważone i, jak sędzę, rozsądne stanowisko reprezentują zwolennicy słabej AI. Traktują oni komputerowe modele myślenia jako “użyteczne narzędzia służące do badania intelektu na podobnej zasadzie, jak inne komputerowe modele służą badaniu pogody, ekonomii lub biologii molekularnej”⁸. Podkreślają, że w odróżnieniu od programów komputerowych, których formalizacja dotyczy przede wszystkim składni (syntaktyki), ludzkie myślenie zawiera składnik znaczeniowy (semantyczny), a więc intelektualny. Mózg rozumie znaczenie symboli, którymi manipuluje, on też wytwarza intelekt. J.R. Searle, jako jeden ze zwolenników słabej AI, zwraca uwagę, że symulacja procesów psychicznych nie może być utożsamiana z rzeczywistym myśleniem. Polemizując z wyznawcami nurtu silnej AI słusznie zauważa on, że “nikt nie oczekuje wilgoci w basenie wypełnionym piłeczkami ping-pongowymi modelującymi cząsteczki wody” i stawia istotne pytanie: “Dlaczego

⁷ J.R. Searle: *Czy intelekt mózgu jest programem komputerowym?* “Świat Nauki” 1991, nr 1 (lipiec), s. 16.

⁸ *Ibidem*, s. 10.

zatem niektórzy myślą, że komputerowy model procesu myślenia rzeczywiście myśli?”⁹.

Do sporu zwolenników silnej i słabej AI warto dorzucić jeszcze jeden argument. Otóż komputer, jeśli nawet dość dobrze będzie naśladować zachowanie inteligentnego człowieka, nie posiada jednak świadomości. Nie osiąga – i prawdopodobnie nigdy nie osiągnie – pełnej formuły wiedzy wyrażonej słowami “wiem, że wiem”.

Problemy, jakimi zajmuje się sztuczna inteligencja znajdują się na styku kilku dyscyplin:

- cybernetyki,
- informatyki,
- psychologii,
- neurofizjologii¹⁰.

Fakt ten implikuje istnienie dwóch dróg badań nad sztuczną inteligencją:

- podejście psychologiczne (strukturalne),
- podejście inżynierskie (funkcjonalne).

Podejście psychologiczne charakteryzuje się dążeniem do poznania natury inteligencji człowieka, budowy mózgu i organów recepcyjnych, wyjaśnieniem sposobu myślenia. Zakłada ono strukturalną symulację inteligentnego zachowania człowieka: aby móc symulować trzeba dokładnie znać strukturę wnętrza.

Podejście psychologiczne, aczkolwiek niezwykle cenne z punktu widzenia rozwoju nauki, napotyka jednak szereg barier, głównie natury technicznej, z których najważniejszymi są:

⁹ Ibidem, s. 16.

¹⁰ P. Sienkiewicz: *Simon, Lem, Hofstadter – odwieczny splot naturalnej i sztucznej inteligencji*. [W:] *Materiały konferencyjne IV Ogólnopolskiego Konwersatorium nt. “Cybernetyka – Inteligencja – Rozwój”*. Siedlce – Warszawa 1989, s. 148.

– bariera ilościowa (na współczesnych, nawet najpotężniejszych komputerach nie można efektywnie prowadzić symulacji niezwykle rozbudowanej sieci neuronów),

– bariera jakościowa (komputery są zbyt wolne, a urządzenia wyjściowe, np. monitory, nie osiągają rozdzielczości oka ludzkiego),

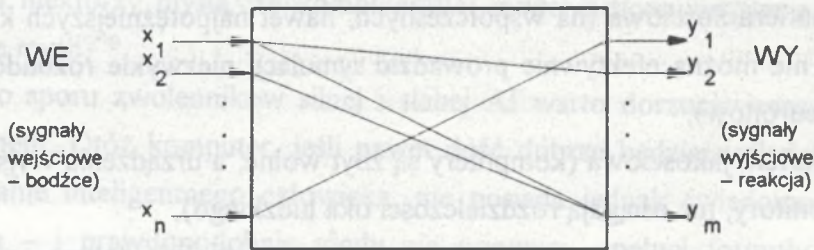
– bariera poznawcza (współczesna nauka nie wyjaśnia dobrze procesów myślenia i zapamiętywania)¹¹.

Przykładem praktycznego zastosowania podejścia strukturalnego był skonstruowany w latach pięćdziesiątych system PERCEPTRON symulujący pracę siatkówki oka, służący do rozpoznawania wąskiej klasy obrazów. Próby zbudowania “myślącego” komputera naśladującego pracę mózgu zostały jednak – po początkowym okresie dużych nadziei na sukces – znacznie zredukowane. Główną przyczyną był zbyt niski poziom wiedzy o budowie i funkcjonowaniu mózgu oraz niemożność symulacji sieci neuronów złożonej z ogromnej liczby wzajemnie powiązanych komórek.

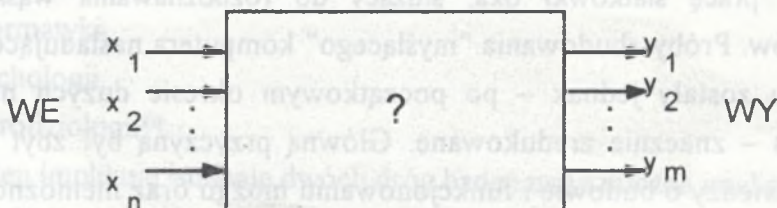
W odróżnieniu od podejścia psychologicznego w podejściu inżynierskim nie jest konieczna znajomość budowy wnętrza symulowanego obiektu (w tym wypadku inteligentnego człowieka). Ten kierunek badań skupia swoją uwagę na sprawności działania: zadaniem maszyny jest funkcjonalne naśladowanie inteligentnego zachowania człowieka. Istotne jest, by system w określonych sytuacjach wykazywał działanie zbieżne z działaniem człowieka, zaś droga osiągnięcia tej zbieżności nie jest ważna. Zbędna jest zatem znajomość mechanizmów procesu myślenia.

Graficzną interpretację modelowania strukturalnego i funkcjonalnego przedstawiają rys. 10 i 11

¹¹ M. Hołyński: *Sztuczna inteligencja*. Warszawa 1979, WP, s. 182.



Rys. 10. Modelowanie strukturalne



Rys. 11. Modelowanie funkcjonalne

W przypadku modelowania strukturalnego znana jest dokładnie struktura (budowa wewnętrzna, sprzężenia pomiędzy elementami) modelowanego obiektu. Wiadomo zatem jak i dlaczego system reaguje na określone bodźce.

W modelowaniu funkcjonalnym budowa wnętrza modelowanego obiektu nie jest znana, pozostaje ona "czarną skrzynką". Możliwa jest tylko obserwacja zewnętrznych zachowań i reakcji systemu w konkretnych sytuacjach. Ta właśnie obserwacja jest podstawą budowy modelu, który powinien pełnić te same funkcje co symulowany obiekt, choć najprawdopodobniej mechanizmy wewnętrznego działania modelu i rzeczywistego obiektu będą zupełnie odmienne.

Dobrym, choć nie związanym z AI przykładem modelowania funkcjonalnego jest budowa samolotu jako obiektu naśladowującego ptaka. Samolot

pełni tą samą funkcję co ptak (lata), mimo że jego budowa jest całkiem odmienna (np. brak upierzenia, brak ruchów skrzydeł itd.).

Na obecnym etapie rozwoju nauki, która nie wyjaśnia dobrze mechanizmów myślenia, dominuje podejście funkcjonalne. Jest ono ponadto tańsze i prostsze.

Mówiąc o sztucznej inteligencji należy pamiętać, że cała "inteligencja" komputera zawarta jest w programie przygotowanym przez człowieka. Nie wolno zatem personifikować samego pojęcia "inteligencja" w odniesieniu do komputera. Komputer nie kreuje bowiem nowych informacji, lecz tylko przetwarza informacje dostarczone z zewnątrz według algorytmu określonego przez autora programu.

2. SYSTEMY DORADCZE

Największym sukcesem w zakresie praktycznych zastosowań sztucznej inteligencji są systemy doradcze (ang.: expert systems).

W początkowym okresie rozwoju sztucznej inteligencji podejmowane były próby zbudowania programów dobrze radzących sobie z rozwiązywaniem możliwie szerokiej klasy problemów.

W latach sześćdziesiątych amerykańscy naukowcy A. Nowell i H. Simon opracowali program GPS (ang.: General Problem Solver) służący do rozwiązywania problemów ogólnych¹². Możliwości tego programu ograniczały się do rozwiązywania problemów wprawdzie różnorodnych, ale prostych i niewielkich, w których istniały dobrze określone reguły postępowania i mała

¹² A. Nowell, H.A. Simon: *GPS – program, który symuluje myśl ludzka*. [W:] *Maszyny matematyczne i myślenie*. Pod red. E. Feigenbauma, J. Feldmana. Poznań 1972, PWN, s. 275 – 290.

przestrzeń poszukiwania rozwiązań. Ponadto były to najczęściej problemy teoretyczne, nie zaś takie, z którymi człowiek spotyka się w praktyce.

Wobec braku sukcesów w próbach stworzenia systemów uniwersalnych E. Feigenbaum zaproponował podejście przeciwstawne, zakładające budowanie systemów o znacznie ograniczonym zakresie ich stosowania (wąsko specjalizowanych), ale za to dobrze radzących sobie z rozwiązywaniem prawie wszystkich problemów z danej dziedziny. Kosztem uniwersalności uzyskano zatem możliwość stosowania takich systemów w praktyce, co zapewniło im sukces komercyjny.

Systemy komputerowe oparte na wiedzy uzyskanej od ekspertów, umożliwiające rozwiązywanie problemów z wąskiej dziedziny z biegłością eksperta nazywamy systemami: ekspertowymi lub doradczymi¹³. Pierwszym systemem doradczym był DENDRAL autorstwa E. Feigenbauma, służący do rozpoznawania struktur chemicznych. Najbardziej znanym, niejako klasycznym systemem doradczym jest MYCIN stosowany do diagnozowania chorób zakaźnych krwi.

Systemy doradcze, podobnie jak prawie wszystkie zagadnienia zaliczane do sztucznej inteligencji, wymagają wykonywania tzw. przekształceń symbolicznych, czyli operowania na ciągach znakowych, a nie na liczbach. Ze względu na duży nakład pracy obliczeniowej, niezbędny dla takich operacji, praktyczne zastosowania systemów doradczych stały się możliwe dopiero z chwilą pojawienia się bardzo szybkich komputerów o dużej pamięci operacyjnej.

Systemy doradcze budowane są w celu rozwiązywania problemów posiadających następujące cechy:

- brak rozwiązań algorytmicznych

¹³ A. Kubacki, M. Valenta, K. Leśniak, A. Potępa: *Metody tworzenia systemów ekspertowych*. [W:] *Metody, techniki i narzędzia tworzenia systemów informatycznych*. Szczecin 1989. [do użytku wewnętrznego] s. 2.

- wymagane jest przetwarzanie symboliczne,
- sam problem nie jest na tyle łatwy, aby człowiek mógł stanowić skuteczną konkurencję dla komputera,
- problem ma praktyczną wartość,
- dane są nieprecyzyjne lub częściowo nieznanne,
- eksperci są trudno dostępni, a ekspertyzy kosztowne i potrzebne w wielu miejscach¹⁴.

Podstawowa różnica między programami konwencjonalnymi a systemami doradczymi polega na tym, że w tych drugich wiedza jest wyraźnie oddzielona od części programu wykonującej na tej wiedzy rozmaite operacje. Jest to tzw. deklaratywny zapis wiedzy.

W programach konwencjonalnych najczęściej stosowany jest proceduralny zapis wiedzy. Wiedza zapisywana jest w postaci procedury (dokładnego opisu poszczególnych kroków rozwiązania, czyli tzw. algorytmu). Programy takie mają sztywną strukturę, gdyż zapisana w nich wiedza jest częścią programu (np. program służący do obliczania całki oznaczonej). Zmiana wiedzy np. na program rozwiązujący równanie postaci $f(x) = 0$ w tradycyjnym podejściu wymaga zmiany całego lub prawie całego algorytmu, a więc praktycznie napisania nowego programu.

Deklaratywny zapis wiedzy polega na zapisaniu jej w postaci faktów (np. "Jan jest wysoki") i reguł (np. "Jeżeli Jan jest studentem, to Jan zdał maturę")¹⁵. Dzięki oddzieleniu bazy wiedzy od mechanizmów wykonywania na tej wiedzy operacji (wnioskowania) uzyskuje się dużą niezależność i uniwersalność: te same mechanizmy wnioskowania mogą być stosowane do różnych baz wiedzy.

¹⁴ Ibidem, s. 15.

¹⁵ L. Bolc, M. Cichy, L. Różańska: *Przetwarzanie języka naturalnego*. Warszawa 1982, WNT, s. 76 – 77.

Systemy doradcze są przykładem tzw. programowania heurystycznego. Problemy, dla których budowane są te systemy nie posiadają rozwiązania algorytmicznego. Heurystyka to ogólne wytyczne postępowania, wskazówki znacznie zmniejszające obszar poszukiwań rozwiązań, ale nie gwarantujące znalezienia rozwiązania najlepszego. Przykładem heurystyk dla gry w szachy są następujące wytyczne

- szybkie rozwinięcie figur,
- opanowanie centrum szachownicy,
- unikanie zdwajania pionów,
- unikanie zbyt szybkiego uruchomienia hetmana.

Wiedza, którą wypełnione są systemy doradcze pochodzi od ekspertów. Zakłada się, że suma wiedzy uzyskanej od kilku ekspertów jest większa od wiedzy pojedynczego eksperta.

System doradczy powinien nie tylko posiadać wiedzę najlepszych specjalistów z danej dziedziny, lecz również musi działać jak ekspert – człowiek, a więc wykazywać zdolność do:

- wyjaśniania drogi swojego rozumowania,
- uzasadniania otrzymanych konkluzji,
- wnioskowania w sytuacjach, gdy dostarczona wiedza jest niepełna lub nieprecyzyjna (wówczas system powinien umieć zadać dodatkowe pytania w celu uzyskania informacji od użytkownika),
- współdziałania z użytkownikiem w języku zbliżonym do naturalnego¹⁶.

W ramach wymienionych wyżej zdolności system doradczy powinien umieć udzielić odpowiedzi na pytania użytkownika:

- JAK? (ang.: HOW? – związane z objaśnianiem drogi rozumowania),
- DLACZEGO? (ang.: WHY? – związane z wyjaśnianiem, dlaczego system zadaje użytkownikowi określone pytania w trakcie prowadzenia dialogu).

¹⁶ W. Cholewa, W. Pedrycz: op. cit., s. 20.

- System doradczy składa się najczęściej z pięciu podstawowych modułów:
- bazy wiedzy (ang.: knowledge base),
 - modułu akwizycji wiedzy (ang.: knowledge acquisition subsystem),
 - modułu objaśniania,
 - modułu wnioskowania (ang.: inference engine),
 - modułu komunikacji (ang.: user interface)¹⁷.

Strukturę systemu doradczego przedstawia rys. 12.

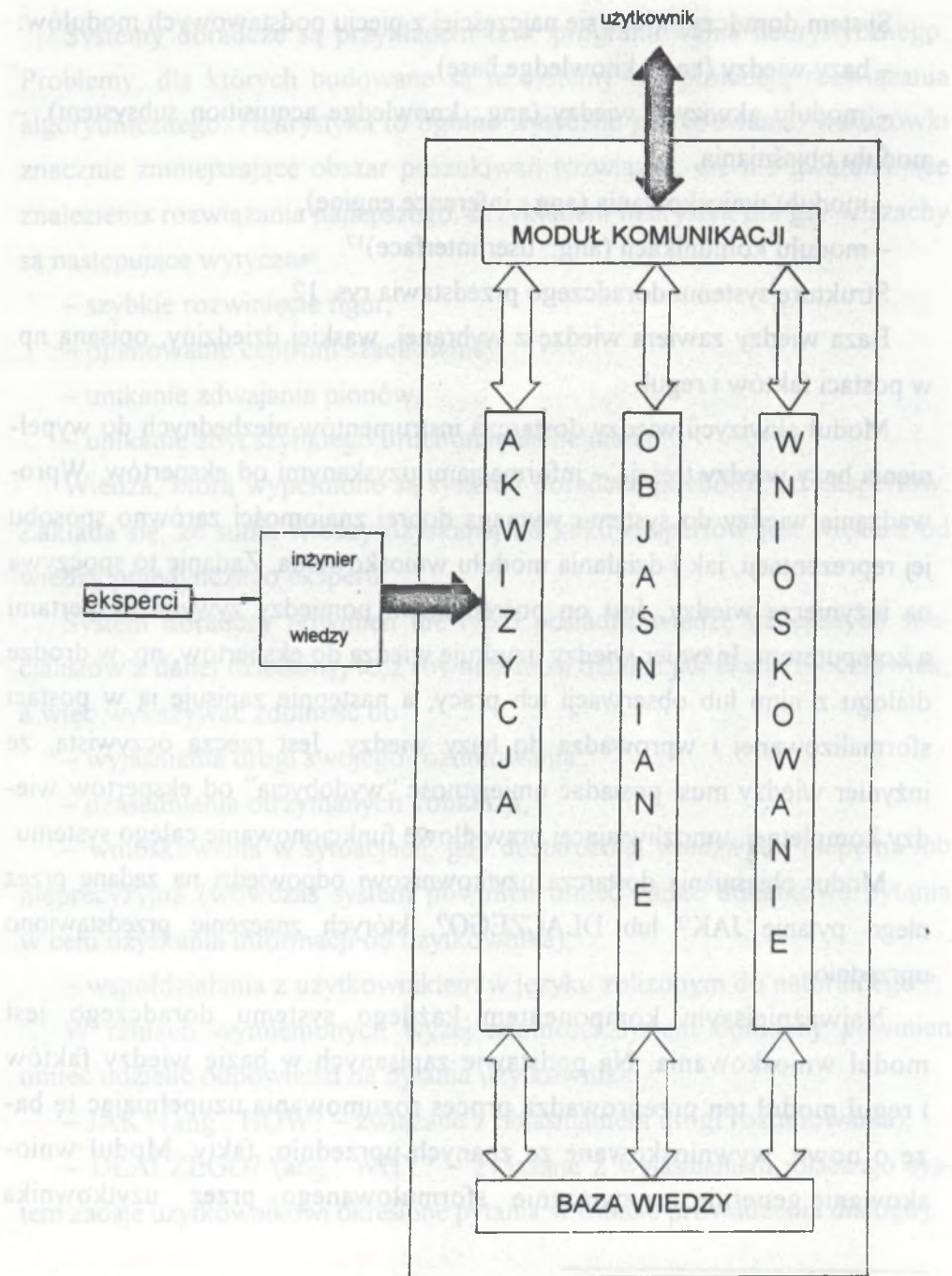
Baza wiedzy zawiera wiedzę z wybranej, wąskiej dziedziny, opisaną np. w postaci faktów i reguł.

Moduł akwizycji wiedzy dostarcza instrumentów niezbędnych do wypełnienia bazy wiedzy treścią – informacjami uzyskanymi od ekspertów. Wprowadzanie wiedzy do systemu wymaga dobrej znajomości zarówno sposobu jej reprezentacji, jak i działania modułu wnioskowania. Zadanie to spoczywa na inżynierze wiedzy. Jest on pośrednikiem pomiędzy żywymi ekspertami a komputerem. Inżynier wiedzy uzyskuje wiedzę do ekspertów, np. w drodze dialogu z nimi lub obserwacji ich pracy, a następnie zapisuje ją w postaci sformalizowanej i wprowadza do bazy wiedzy. Jest rzeczą oczywistą, że inżynier wiedzy musi posiadać umiejętność “wydobycia” od ekspertów wiedzy kompletnej, umożliwiającej prawidłowe funkcjonowanie całego systemu.

Moduł objaśniania dostarcza użytkownikowi odpowiedzi na zadane przez niego pytanie JAK? lub DLACZEGO?, których znaczenie przedstawiono uprzednio.

Najważniejszym komponentem każdego systemu doradczego jest moduł wnioskowania. Na podstawie zapisanych w bazie wiedzy faktów i reguł moduł ten przeprowadza proces rozumowania uzupełniając tę bazę o nowe, wywnioskowane ze znanych uprzednio, fakty. Moduł wnioskowania generuje rozwiązanie sformułowanego przez użytkownika

¹⁷ K.M. Koch: *Intelligenz in BASIC*. Falken – Verlag, 1987, s. 124 – 125.



Rys. 12. Struktura systemu doradczego

problemu bądź też stwierdza niemożność znalezienia takiego rozwiązania.

Moduł komunikacji stanowi łącznik użytkownika z systemem. Powinien on umożliwiać komunikację z systemem w języku zbliżonym do naturalnego. Dialog ten jest zwykle niesymetryczny: system formułuje pełne odpowiedzi lub zapytania, użytkownik – jeśli to możliwe – wybiera odpowiedzi z gotowej, wyświetlonej na ekranie listy (np. TAK/NIE/NIEWIEM) lub podaje konkretne wartości. Moduł komunikacji, podobnie jak w każdym programie komputerowym, stanowi “powłokę zewnętrzną”, a tym samym wizytówkę systemu. Dobrze zorganizowany, “przyjazny” i łatwy w prowadzeniu dialog znacznie zmniejsza barierę psychologiczną i zachęca do korzystania z systemu. Dużym ułatwieniem w komunikacji człowieka z komputerem jest stosowanie techniki tablic wyboru, czyli tzw. menu (użytkownik wybiera pewne działanie spośród wyświetlonych na ekranie) oraz umieszczenie w programie dostępnych na każde żądanie objaśnień i wskazówek (ang.: help).

Spośród wymienionych elementów systemu doradczego tylko baza wiedzy zależy od konkretnego zastosowania systemu. Pozostałe elementy nie są bezpośrednio zależne od planowanych kierunków wykorzystania. Wynika stąd wniosek, że można budować systemy doradcze z pustą bazą wiedzy. Są to tzw. systemy szkieletowe (ang.: shell systems)¹⁸. Z uwagi na swoją dużą uniwersalność zdobywają one coraz większą popularność. Nabywca sam zakłada bazę wiedzy i w ten sposób określa obszar jego wykorzystania.

¹⁸ A. Kubacki, M. Valenta i inni ..., op. cit., s. 22.

3. PERSPEKTYWY ZASTOSOWAŃ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W DYDAKTYCE

Systemy doradcze znajdują zastosowanie w wielu różnych dziedzinach. Najczęściej używane są w diagnostyce medycznej (diagnozowanie chorób, interpretowanie elektrokardiogramów) i technicznej (diagnozowanie uszkodzeń urządzeń technicznych) oraz w pracach projektowych i eksperymentalnych (planowanie eksperymentów genetycznych, wspomaganie badań chemicznych, geologicznych itp.). Interesujące są perspektywy wykorzystania systemów doradczych w dydaktyce¹⁹.

Edukacyjne systemy doradcze nazywane są inteligentnymi opiekunami naukowymi (intelligent tutors). Wiedza zawarta w takim systemie obejmuje wiedzę z danego przedmiotu, wiedzę pedagogiczną oraz – niekiedy – wiedzę o nauczanych osobach (modele studentów), co umożliwia działanie adaptacyjne. Po każdym seansie nauczającym dokonywana jest aktualizacja modelu, gdyż akt uczenia się powoduje – z samej nazwy – zmianę poziomu wiedzy u poszczególnych studentów.

Inteligentne systemy nauczające należą do najbardziej złożonych programów komputerowych. Dąży się w nich do maksymalnej interakcji maszyny i osoby uczącej się. Umożliwiają one wybór optymalnych dla danego studenta strategii nauczania. Podstawowa trudność w tworzeniu tych systemów polega na zapisaniu w pamięci komputera wiedzy pedagogicznej, która jest bardzo obszerna, a jednocześnie niezupełnie ściśła.

Systemy doradcze najczęściej stosowane są w szkoleniu studentów kierunków medycznych i technicznych.

Systemy diagnostyki medycznej pozwalają na praktyczną weryfikację wiedzy studentów dotyczącą stawiania przez nich właściwej diagnozy stanu

¹⁹ G.L. Baron: *Komputery w edukacji*. Informacja ekspresowa nr 84. Warszawa 1990, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, s. 29.

chorego i wybranej metody leczenia, z przepisywaniem recept wyłącznie. Podobnie systemy diagnostyki technicznej są bardzo pomocne w szkoleniu inżynierów i techników.

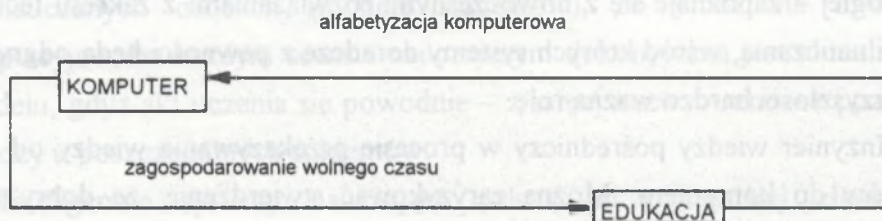
Istnieją również systemy wspomagające procesy wyboru kierunku dalszego kształcenia, diagnozowania stopnia rozwoju psychicznego ucznia itp. Praca studenta z takim dziedzinowo zorientowanym systemem jest bezpieczna, gdyż rzeczywistość jest tutaj symulowana. Student, który postawił błędną diagnozę lub dokonał wyboru niewłaściwego leku zostanie poinformowany przez system o popełnionych błędach w celu ich wyeliminowania w przyszłej działalności.

Studenci mogą być również przygotowywani do roli inżyniera wiedzy. Z takiego podejścia wypływa podwójna korzyść dydaktyczna: student z jednej strony musi wykazać się wysokim poziomem wiedzy merytorycznej, z drugiej – zapoznaje się z nowoczesnymi rozwiązaniami z zakresu technologii nauczania, wśród których systemy doradcze z pewnością będą odgrywać w przyszłości bardzo ważną rolę.

Inżynier wiedzy pośredniczy w procesie przekazywania wiedzy od ekspertów do komputera. Można zaryzykować stwierdzenie, że dobry nauczyciel to ten, który bez specjalnego przygotowania potrafi pełnić funkcję inżyniera wiedzy, przynajmniej na odcinku eksperti – inżynier wiedzy. Oznacza to, że nauczyciel powinien być kompetentny, dobrze orientować się w całości danej tematyki (choć niekoniecznie musi on znać wszystkie szczegóły), umieć rozmawiać z ekspertami tak, by uzyskana od nich wiedza była w miarę możliwości pełna, jednoznaczna i niesprzeczna, a poszczególne jej komponenty (reguły, fakty, stwierdzenia) były uszeregowane według ważności i mocy rozstrzygnięcia.

Zakończenie

Mikrokomputery znalazły trwałe miejsce w procesie kształcenia. Łatwo można pokazać, że ich związek z edukacją jest wzajemny i będzie ulegać dalszemu wzmocnieniu (rys. 13).



Rys. 13. Związek komputerów z procesem edukacyjnym

Proces alfabetyzacji komputerowej wymusza modyfikację procesu kształcenia i jednocześnie powoduje zwiększenie zainteresowania komputerami, głównie ze strony młodzieży szkolnej. Z kolei wzrost zainteresowania tematyką komputerową skłania część uczniów do uczestniczenia w zajęciach fakultatywnych, klubach komputerowych, kółkach informatycznych itp. stanowiąc atrakcyjną i pożyteczną formę zagospodarowania wolnego czasu. Ta dodatkowa – często pozaszkolna – nauka niewątpliwie wywiera wpływ na proces dalszego kształcenia, a w szczególności przyczynia się do podnoszenia poziomu alfabetyzacji komputerowej.

Problematyka edukacyjnych zastosowań mikrokomputerów jest bardzo rozległa. Obejmuje ona trzy kategorie zagadnień.

Pierwsza z nich związana jest ze sprzętem. Ze względu na szybki postęp technologiczny ta właśnie grupa zagadnień podlega najczęstszym zmianom. W odniesieniu do komputerowego sprzętu szkolnego można wysunąć kilka postulatów, z których najważniejszymi są: niezawodność, wytrzymałość, prostota połączeń, możliwość pracy w sieci i współpracy z różnymi urządzeniami zewnętrznymi oraz wyposażenie klawiatur i drukarek w polskie litery diakrytyzowane, gdyż ich brak jest często barierą uniemożliwiającą używanie komputerów w nauczaniu takich przedmiotów, jak język polski, historia czy nauki społeczne.

Ze sprzętem ściśle związane jest oprogramowanie. Dzięki niemu ten sam komputer można stosować do wspomagania nauczania i realizacji procesu kontroli w zakresie rozmaitych przedmiotów.

Oprogramowanie wykazuje interesującą dwoistość. Z jednej strony jest produktem myśli ludzkiej, tworem niematerialnym, który może być przekazywany np. przez telefon. Z drugiej zaś jest przedmiotem o znaczeniu ekonomicznym – towarem o wartości porównywalnej, a niekiedy przewyższającej cenę sprzętu.

Ważnym zadaniem w zakresie oprogramowania jest dążenie do standaryzacji lub opracowanie innych mechanizmów (np. automatyczne tłumaczenie) pozwalających na wymianę oprogramowania pomiędzy różnymi modelami komputerów. Problem ten może być również rozwiązany bezpośrednio poprzez standaryzację sprzętu.

Proces integracji mikrokomputerów z procesem dydaktycznym jest przedsięwzięciem długofalowym, skomplikowanym i kosztownym. Obok uwarunkowań technicznych i ekonomicznych jego powodzenie zależy przede wszystkim od przygotowania i zaangażowania nauczycieli. Chodzi tu nie tylko o odpowiednie przygotowanie merytoryczne, ale także o przela-

manie barier psychologicznych i wytworzenie pozytywnych motywacji. Nauczyciel musi być przekonany o korzyściach płynących bezpośrednio dla niego z wprowadzenia komputera do realizowanego przez siebie wycinka procesu dydaktycznego. To wprowadzenie nie powinno się wiązać, jak pokazała dotychczasowa praktyka, z dodatkowymi obowiązkami, a nawet – w związku z zawodnością stosowanego sprzętu – dodatkowym stresem i obawą przed kompromitacją.

Jak wspomniano w rozdziale drugim, szerokie wprowadzenie komputerów do procesu edukacyjnego rozbudziło ogromne, w dużej mierze do dziś nie spełnione, nadzieje. Praktyka i rozwiązania techniczne znacznie wyprzedziły tu metodyczną stronę stosowania mikrokomputerów w dydaktyce. Należy się zatem spodziewać rozwijania przemyśleń teoretycznych w tym zakresie.

Mikrokomputer jako środek dydaktyczny będzie się coraz bardziej integrować i zespałać z procesem edukacyjnym. Jego wzrastającej roli jako narzędzia do gromadzenia i przetwarzania informacji towarzyszyć będzie coraz mniejsze eksponowanie samego sprzętu. Należy przewidywać znaczny rozwój sieci komputerowych, zapewniających bardzo szybki dostęp do ogromnych baz danych z rozmaitych dziedzin oraz umożliwiających kształtowanie umiejętności współdziałania uczniów znajdujących się w szkołach różnych regionów, krajów czy kontynentów. Sieci komputerowe oraz podłączone do nich domowe mikrokomputery i elektroniczne notesy powinny ułatwić obywatelom społeczeństwa przyszłości poruszanie się w warunkach zalewu informacyjnego. Współczesna szkoła musi przygotować uczniów do tej nowej sytuacji.

Rola mikrokomputerów nie może się ograniczać do dostarczania gotowej, odpowiednio ustrukturyzowanej wiedzy. Nowoczesny proces dydaktyczny zakłada szerokie upodmiotowienie ucznia, jego uaktywnienie poprzez postawienie go w roli badacza zafascynowanego rzeczywistością

dotychczas mu nie znaną i dążącego do jej poznania. Komputer powinien stanowić jedną z pomocy naukowych ułatwiających to poznanie, wzmacniających zdolności i naturalną ciekawość młodego człowieka. Nie może on odbierać uczniowi radości samodzielnego odkrywania i poznawania rzeczywistości.

Komputeryzacja kształcenia nie może oznaczać eliminacji tradycyjnych metod nauczania, jak wykład, dyskusja czy metoda problemowa. Są one bowiem niezbędne do wykształcenia u uczniów umiejętności formułowania własnych sądów, krytycyzmu, twórczego myślenia, a przede wszystkim nawiązywania kontaktów interpersonalnych.

Szerokie wprowadzenie komputerów do procesu kształcenia nie może też prowadzić do zbyt dużego uzależnienia człowieka od narzędzia. Chodzi o to, by uczeń pozbawiony dostępu do komputera nie stanął bezradny wobec braku umiejętności wykonania np. podstawowych operacji matematycznych.

Największe nadzieje na dokonanie przełomu w dydaktyce w związku z wprowadzeniem mikrokomputerów należy wiązać ze sztuczną inteligencją, a w szczególności z wyposażeniem komputerów w narządy zmysłów. Widzące, słyszące i potrafiące formułować w języku naturalnym wypowiedzi komputery stanowiąc będą miły krok na drodze dalszego uproszczenia dialogu i znacznego zwiększenia interaktywności maszyny i ucznia.

Summary

Microcomputers belong to the most modern technical media of assisting in education process. Social and economic changes and a great technical advance have caused an increased interest in microcomputers and their applications in almost every domain.

There is a great variety of problems concerning applications of microcomputers in education. Three groups of problems have been entailed:

- problems concerning hardware,
- problems dealing with software,
- problems of teachers' training.

In this study two last groups of problems are stressed in particular. A lot of place is devoted to designing, accomplishing and evaluating computer education programs. Thus, every teacher, who wants to make the best use of microcomputers in education should be a conscious software recipient. For this purpose he has to know the criteria of program estimation, which make selection of programs easier. The teacher does not to have any knowledge of programming but he should know the possibilities and limits of microcomputers to be able to cooperate with programmer who implements the teacher's educational program ideas.

Computer can be a subject as well as an object of instruction process. For the students of humanities computer should be above all the subject – a tool which helps them in discovering unknown reality.

This book shows and discusses two possible ways of computer application in education resulting from treating the computer as a subject or an object.

Furthermore in this study the functions of microcomputers in education process have been considered, beginning from classical applications (showing programmed texts) to the most modern applications utilizing the achievements of the artificial intelligence.

Also a conflict between the adherents and opponents of using microcomputers in education has been shown and commented on.

This book is addressed to teachers and students of humanities, who are interested in computer – assisted instruction.

SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJĘĆ WRAZ Z OBJAŚNIENIAMI

alfabetyzacja komputerowa (ang. computer literacy) – proces przekazywania społeczeństwu podstawowej wiedzy pozwalającej na wykorzystanie mikrokomputera w rozmaitych dziedzinach

bank danych – baza danych + algorytmy działania na zawartości bazy, obejmujące zakładanie bazy, rozszerzanie jej o nowe dane, aktualizację wartości danych oraz wyszukiwanie danych spełniających wskazane warunki

baza danych – zbiór danych opisujących wybrany obiekt złożony (np. przedsiębiorstwo, biblioteka, park maszynowy fabryki)

cele dydaktyczne – świadome, planowe, w miarę konkretne i realne efekty procesu dydaktyczno-wychowawczego

edytor tekstowy (ang. word processor) – program ułatwiający redagowanie tekstów; zamienia on komputer w “inteligentną” maszynę do pisania

globalna wioska elektroniczna – koncepcja kanadyjskiego socjologa McLuhana traktowania świata jako spójnego terytorium, połączonego gęstą siecią połączeń telekomunikacyjnych tak, aby każdy punkt na kuli ziemskiej był osiągalny z dowolnego innego

gramowid – odtwarzacz płyt wizyjnych z cyfrowym zapisem dźwięku i obrazu

hardware – sprzęt, czyli tzw. “twarda” część systemu, np. magnetowid, gramofon, sprzęt komputerowy itd.

histogram – wykres słupkowy

implementacja (ang. implement) – wykonanie, realizacja dowolnego scenariusza programu, obejmująca proces projektowania, programowania, testowania i wdrażania go do eksploatacji

inteligencja – zespół sprawności, głównie myślenia, umożliwiający rozwiązywanie nowych zadań, korzystanie z wiedzy i doświadczeń, przekształcanie warunków do swych potrzeb i dostosowywanie się do nowych sytuacji

język programowania – język formalny, przeznaczony do bezpośredniej komunikacji człowieka z komputerem lub komputerów pomiędzy sobą; w odróżnieniu od języków naturalnych dla języka formalnego zawsze istnieje możliwość zbadania poprawności składniowej zdania napisanego w tym języku

komputerowy program dydaktyczny (KPD) – zapisany w wybranym języku programowania scenariusz, opracowany w celu szeroko rozumianego usprawnienia oraz udoskonalenia procesu dydaktycznego

kontrola wiedzy – zespół czynności wykonywanych przez nauczyciela lub maszynę egzaminacyjną, zmierzających do określenia stopnia realizacji celów dydaktycznych oraz poziomu wiedzy poszczególnych uczniów lub studentów

mikrokomputer – miniaturowe urządzenie służące do wykonywania obliczeń dzięki realizacji umieszczonej w pamięci sekwencji rozkazów

model – matematyczny opis obiektu lub systemu rzeczywistego, stanowiący możliwie wiernie odzwierciedlenie zachowania się obiektu lub systemu rzeczywistego

modem – urządzenie służące do modulacji i demodulacji sygnału, umożliwiające nadawanie i odbiór informacji komputerowej za pośrednictwem łączy telefonicznych

multimedialne kształcenie – nauczanie–uczenie się bazujące na wielu środkach dydaktycznych, służących do równoległego przesyłania informacji różnymi kanałami percepcyjnymi w celu zwiększenia efektywności kształcenia

proces humanizacji komputerów – maksymalne dostosowywanie sprzętu i oprogramowania do potrzeb, możliwości psychofizycznych, a nawet oczekiwań użytkowników

scenariusz programu dydaktycznego – dokładny opis rozwiązania konkretnego zadania dydaktycznego (nauczanie, utrwalanie, kontrola), zawierający także informacje dotyczące szaty graficznej i dźwiękowej programu

sieć komputerowa – połączenie komputerów pomiędzy sobą w celu wzajemnej wymiany informacji i korzystania ze wspólnych zasobów (np. pamięci czy urządzeń zewnętrznych, takich jak: drukarka, ploter itp.)

software – oprogramowanie, tzw. “miękką” część systemu, np. program komputerowy, utwalony na taśmie dźwięk, rysunek na folii itp.

sprzężenie zwrotne – wykorzystanie sygnału wyjściowego układu do sterowania dalszą pracą tego układu

symulacja – metoda pośredniego badania rzeczywistości za pomocą działania na modelu, stanowiącym możliwie wierne odzwierciedlenie systemu rzeczywistego

system doradczy (ang. expert system) – system komputerowy oparty na wiedzy uzyskanej od ekspertów, umożliwiający rozwiązywanie problemów z wąskiej dziedziny z biegłością eksperta

system komputerowy – łączne wystąpienie sprzętu (ang.: hardware) i oprogramowania (ang.: software), pozwalające na sensowne wykorzystanie komputera

szuczna inteligencja (ang. artificial intelligence, AI) – nauka o maszynach realizujących zadania, które wymagają inteligencji wtedy, gdy są wykonywane przez człowieka

techniczne środki nauczania – urządzenia techniczne wspomagające pracę nauczyciela i poprawiające warunki przyswajania wiedzy przez uczniów; obejmują środki audytywne (np. radio, gramofon), wizualne (np. projektor), audiowizualne (np. magnetowid), automatyzujące proces kształcenia (np. komputery) oraz środki specjalne (np. laboratoria językowe)

test – jednakowy dla wszystkich badanych zestaw pytań lub zadań przeznaczony do rozwiązania w identycznym czasie i w jednakowych warunkach

testowanie sekwencyjne – pochodząca od W. Angoffa i E. Huddlestona idea tworzenia testu na poczekaniu, jako pewnej sekwencji zadań, wynikającej z dotychczasowego przebiegu procesu testowania

Bibliografia

1. Apter J.M. *Komputery a psychika. Symulacja zachowania*. Warszawa 1973, PWN.
2. *Aspekty dydaktyczne automatyzacji procesu kształcenia*. Pod red. E. Berezowskiego. Warszawa 1984, PWN.
3. *Badania nad stanem wykorzystania komputerów w szkolnictwie średnim. Raport z badań pod kierunkiem W. Strykowskiego i H. Szaleńca*. CDN Kraków, 1990.
4. Baron G.L.: *Komputery w edukacji*. Informacja ekspresowa nr 84. Warszawa 1990, Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych.
5. Berezowski E.: *Z zagadnień teorii maszyn egzaminacyjnych*. "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1972, nr 1, s. 59 – 73.
6. Bolter J.D.: *Człowiek Turinga*. Warszawa 1990, PIW.
7. Braun L.: *Computer – Aided Learning and the Microcomputer Revolution*. "Programmed Learning and Educational Technology" 1981, vol. 18, nr 4, s. 223 – 228.
8. Bródka P.: *Komputer w edukacji – za czy przeciw?* "Ruch Pedagogiczny" 1987, nr 1.
9. Brycki B. *Poszukiwanie podstaw ujmowania kształcenia w kategoriach komunikacji*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Nauki Społeczne, z. 56, Gliwice 1987, s. 144 – 148.
10. Cholewa W., Pedrycz W.: *Systemy doradcze*. Skrypty uczelniane nr 1447. Gliwice 1987, Politechnika Śląska.
11. Churchland P.M., Churchland P.S.: *Czy maszyna może myśleć?* "Świat Nauki" 1991. nr 1 (lipiec), s. 17 – 23.
12. *Computers in Education*. [Ed.:] K.A. Duncan, D.L. Harris. WCCE 85, North Holland – Amsterdam – New York – Oxford 1985.
13. *Computers and Communications*. Koji Kobayshi, MIT Press, 1986. 14.

14. Denek K., Gnitecki J., Kuźniak I.: *Kontrola i ocena wyników kształcenia w szkole wyższej*. Warszawa 1984, Wyd. SGGWiR.
15. Dobrowolski R.: *Psychologia a mikrokomputery w szkołach*. "Psychologia wychowawcza" 1987, nr 3.
16. Ellington H., Percival F.: *A Handbook of Educational Technology*. London 1984, Kogan Page Ltd.
17. *Expert systems. Principles and case studies*. Pod red. R. Forsytha. London – New York 1984, Chapman and Hall.
18. Fellner A.: *Zastosowanie komputerów w procesie dydaktyczno-wychowawczym*. "Oświata dorosłych" 1987, nr 3, s. 158 – 163.
19. Gordon G.: *Symulacja systemów*. Warszawa 1974, WNT.
20. Gralewski B., Morbitzer J.: *Podstawowe problemy projektowania, realizacji i oceny komputerowych programów dydaktycznych*. "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1990, nr 3 – 4, s. 171 – 178.
21. Guilford J.P.: *Natura inteligencji człowieka*. Warszawa 1978, PWN
22. Hayes-Roth F.: *Building expert system*. Addison-Wesley, 1983.
23. *Informatyka w dydaktyce i badaniach naukowych*. II Krajowa Konferencja. [Materiał powielony]. Dęblin 1990, WOSL.
24. Jarmark S.: *Komputery w dydaktyce szkoły wyższej*. Warszawa 1979, PWN.
25. Jarosz B.: *Analiza i ocena dostępnego oprogramowania edukacyjnego na tle potencjalnych możliwości zastosowania komputera w procesie dydaktycznym*. "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1991, nr 1.
26. Kay A.C.: *Komputery, sieci i nauczanie*. "Świat Nauki" 1991, nr 3 (listopad), s. 88 – 99.
27. Konarzewski K.: *Problemy edukacji komputerowej w Polsce*. "Oświata dorosłych" 1987, nr 3, s. 129 – 132.
28. Kozol J.: *Illiterate America*. New York 1985.
29. Kupisiewicz Cz.: *Nauczanie programowane w szkolnictwie wyższym*. Warszawa 1974, PWN.
30. Kupisiewicz Cz.: *Paradygmaty i wizje reform oświatowych*. Warszawa 1985, PWN.
31. Kwiatkowski S.M.: *Aktualne problemy nauczania i uczenia się wspomaganego komputerem*. "Szkoła Zawodowa" 1985, nr 7 – 8.
32. Kwiatkowski S.M.: *Nauczanie i uczenie się wspomaganie komputerem*. Warszawa 1987 (Prace Instytutu Nauk Społecznych Politechniki Warszawskiej, z. 37).

33. Lewowicki T.: *O niektórych psychologicznych i pedagogicznych problemach wprowadzania komputerów do szkoły*. "Psychologia Wychowawcza" 1985, nr 4.
34. *Maszyny matematyczne i myślenie*. Pod red. E.A. Feigenbauma i J. Feldmana. Poznań 1972, PWN.
35. Melosik Z.: *Komputery w edukacji – eksperyment czy przeznaczenie?* "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1989, nr 2, s. 169 – 179.
36. Morbitzer J.: *Adaptacyjny mikrokomputerowy system kontroli wiedzy studentów*. Kraków 1992. Wydawnictwo Naukowe WSP.
37. Myers G.J.: *Projektowanie niezawodnego oprogramowania*. Warszawa 1980, WNT.
38. Okoń W.: *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*. Warszawa 1987. PWN. 39. Papert S.: *Teaching Children Thinking*. Netherlands 1970. IFIP World Conference Computer Education.
40. Pieter J.: *Egzamin obiektywny*. Warszawa 1973, NK.
41. Searle J.R.: *Czy intelekt mózgu jest programem komputerowym?* "Świat Nauki" 1991, nr 1 (lipiec), s. 10 – 16.
42. Skorny Z.: *Komputeryzacja a proces kształcenia*. "Dydaktyka Szkoły Wyższej" 1990, nr 3 – 4, s. 209 – 216.
43. Skrzydlewski W.: *Technologia Kształcenia – Przetwarzanie Informacji – Komunikowanie*. Poznań 1990. Wydawnictwo Naukowe UAM.
44. Szewczyk A.: *Kryteria klasyfikacji i oceny komputerowych programów dydaktycznych*. [W:] *Systemy telewizyjnej dydaktycznej w edukacji nauczycieli*. Pod red. Z. Żubera. Zielona Góra 1988
45. Tadeusiewicz R.: *W stronę uśmiechniętych maszyn*. Warszawa 1989, Wydawnictwo "Alfa"
46. *The Art of Human – Computer Interface Design*. Pod red. B. Laurela. Addison–Wesley Publishing, 1990.
47. *The Computer in Education. A Critical Perspective*. [Ed.:] D. Sloan. New York 1985.
48. *The Human Interface: Where People and Computers Meet*. Richard A. Bolt, Van Nostrand Reinhold, 1984.
49. Toffler A.: *Szok przyszłości*. Warszawa 1975, PIW.
50. Toffler A.: *Trzecia fala*. Warszawa 1986. PIW.
51. Tomaszewski T.: *Z pogranicza psychologii i pedagogiki*. Warszawa 1979, PZWS.
52. Weiser M.: *Komputery XXI wieku*. "Świat Nauki" 1991, nr 3 (listopad), s. 50 – 57.

53. *What Do Computers Do?* J. Rule & P. Attewell. "Social Problems" 1989, vol. 36, nr 3, s. 225 – 241.
54. *Zadanie – metoda – rozwiązanie. Zbiór 3.* Pod red. A. Góralskiego. Warszawa 1980, WNT.
55. Zając A.: *Optymalizacja maszyn egzaminacyjnych.* Rzeszów 1985, Wydawnictwo WSP.

ISSN 0239-6025

ISBN 83-85898-12-3

